

ZUR MORPHOLOGISCHEN VARIABILITÄT DER MAXILLA
EINE UNTERSUCHUNG AN
PRÄHISTORISCHEM SKELETTMATERIAL

Georg Scheuchenzuber

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DEM INSTITUT FÜR ANTHROPOLOGIE UND HUMANGENETIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

ZUR MORPHOLOGISCHEN VARIABILITÄT DER MAXILLA
EINE UNTERSUCHUNG AN PRÄHISTORISCHEM SKELETTMATERIAL



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Georg Scheuchenzuber
aus Grafenau

München 1973

AUS DEM INSTITUT FÜR ANATOMIE UND HUMANANATOMIE
DES UNIVERSITÄT MÜNCHEN



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Prof. Dr. Dr. G. Ziegelmayer

Koreferent: Prof. Dr. Spann

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Febr. 1974

I N H A L T

A. Einleitung

Abgrenzung des Themas

Verwendetes Skelettmaterial

B. Aussagen der Literatur über die Gestaltung der Facies

anterior externa der Maxilla und im besonderen der

Fossa canina

C. Beschreibung der Versuchsanordnungen für die eigene

Meßtechnik

1. Zur Darstellung des Winkels des Processus zygomaticus maxillare

2. Zur Darstellung der Oberflächenstruktur der Facies anterior externa maxillae

D. Ergebnisse mit statistischer Auswertung an zwei Bevölkerungsgruppen (spätrömerzeitliche Schädel und Alemannenschädel)

I. 1. spätrömerzeitliche Schädel

a Aufteilung der Meßwerte auf die einzelnen Merkmale

b Mittelwert und Streuung

c Unterscheidung des Geschlechts mit dem T-Test

d Bestimmung des Rechts-Linksunterschieds mit dem T-Test

2. Alemannenschädel

a - d wie unter 1.

3. Beide Gruppen werden gegenübergestellt

a T-Test für die einzelnen Merkmale

b Vergleich der männlichen und weiblichen Schädel

c Vergleich von rechter und linker Gesichtshälfte

II. 1. Korrelationen der einzelnen Merkmale untereinander

a Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und der Krümmung der Grube

b Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und Neigung der angepaßten Ebene

c Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und Abstand des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene

d Korrelation zwischen Neigung der angepaßten Ebene und Abstand des tiefsten Punktes von ihr

e Korrelation zwischen Winkel der angepaßten Ebene zur Krümmung am tiefsten Punkt

f Korrelation zwischen Abstand des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene zur Krümmung an dieser Stelle

2. Interkorrelationstabelle der einzelnen Merkmale

a bei spätrömerzeitlichen Schädeln

b bei Alemannenschädeln

E. Zusammenfassung der Ergebnisse

F. Literaturnachweis

G. Wertetabelle mit den Grabnummern des verwendeten Schädelmaterials

A. EINLEITUNG

Befaßt man sich eingehend mit den anthropologischen Meßmethoden, so wird man feststellen, daß man vor ungefähr einem Jahrhundert zu versuchen begonnen hat, die wesentlichsten Teile des menschlichen Skeletts metrisch zu erfassen. Mit den dabei gewonnenen absoluten Maßen und verschiedenen Indices wird es so erst möglich, zwischen den einzelnen Stämmen der Bevölkerung eines großen geographischen Areals Unterschiede herauszuarbeiten und eindeutig zu fixieren.

Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt den menschlichen Schädel, so wird ersichtlich, daß hierzu hauptsächlich der Hirnschädel herangezogen wird. Der Grund dafür liegt unter anderem auch sicherlich darin, daß bei den Ausgrabungen der Gehirnschädel wegen seiner Knochenstruktur (platter, tafelförmiger Knochen dessen Diploe von starken Kortikallamellen umgrenzt wird, die an kompakte Knochensubstanz erinnern) meistens besser erhalten vorgefunden wird als im Gegensatz dazu Teile des Gesichtsschädels wegen deren Ossa pneumatica (Knochen mit Knochenmark gefüllten kleinen Markräumen und lufthaltigen Räumen z.B. Siebbein, Oberkiefer).

Das Thema dieser Arbeit verlangt aber, sich gerade mit einem solchen Teil des Gesichtsschädels, dem Oberkiefer, auseinanderzusetzen. Denn auch an einem intakten Ge-

sichtsschädel werden viele trennende Merkmale offenkundig.

Die Fragestellung über die morphologische Variabilität der Maxilla soll deshalb dahingehend begrenzt werden, daß nur die Facies anterior externa des Os maxillae und der Processus zygomaticus betrachtet werden. Dabei soll wieder im Speziellen die Erscheinung einer Fossa canina erfaßt werden. Um dieses morphologische Merkmal zahlenmäßig vergleichen zu können, wird in dieser Arbeit eine eigene Meßmethode entwickelt.

Dieses Unterfangen, die Oberflächengestaltung der Facies anterior externa der Maxilla in Zahlen zu fassen, gestaltet sich deshalb so äußerst kompliziert, weil sich hier die Oberfläche des Knochens in verschwommen konturierten Formen präsentiert. Prüft man eine Reihe von Schädeln, so beobachtet man an der Außenfläche des Oberkiefers eine Konkavität, die mehr oder weniger stark ausgeprägt ist und deren Begrenzung unregelmäßig und nicht eindeutig festlegbar ist. Tiefe und Form variieren von Fall zu Fall. In den anatomischen Werken wird diese Vertiefung von den Autoren als Fossa canina bezeichnet. Wie vage definiert dieser so geläufige Begriff in Wirklichkeit aber ist, wird sich im folgenden Abschnitt bei der Überarbeitung der Literatur erweisen.

Neben dieser einen Entwicklung einer Methode zu der vergleichbaren Fixierung der variierenden Erscheinungsform

der Facies anterior externa der Maxilla mit der folgenden Gegenüberstellung von zwei ethnischen Gruppen, zeigt meine Arbeit noch einen Weg zur Verifizierung des Winkels auf, den der Processus zygomaticus des Corpus maxillae zum Processus maxillaris des Os zygomaticum hin formt.

Das zur Bearbeitung herangezogene prähistorische Skelettmaterial hat das Institut für Anthropologie und Humangenetik in München zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um zwei Gruppen aus der Bevölkerung des Alpenvorlandes. Zum einen sind es Schädel der spätrömerzeitlichen Bevölkerung bis zum 4. Jahrhundert, die in Augsburg (St. Ulrich) 1963 - 1968 ausgegraben worden sind, zum anderen um Alemannenschädel aus dem 5. - 8. Jahrhundert, deren Fundstätte auf dem Lorenzberg bei Epfach liegt und in einzelnen Grabungsabschnitten zwischen 1953 - 1957 entdeckt worden sind.

Wie sich erst nach Beginn dieser Arbeit bei weiteren Nachforschungen über die zeitliche Einteilung der verwendeten Schädel herausstellte, können zwei Schädel aus den Gräbern 3 und 154 bei St. Ulrich nicht mehr der spätrömerzeitlichen Bevölkerung zugeordnet werden. Ebenso ergab sich für die Ausgrabungen bei Epfach, daß die in den Gräbern 58, 154 und 192 gefundenen Skeletteile nicht alemannischer Natur sind. Auf diese Schädel wird in den betreffenden Abschnitten der Arbeit gesondert hingewiesen.

An insgesamt 96 Schädelhälften können die einzelnen Messungen vorgenommen werden. Davon entfallen 58 auf das Augsburger und 38 auf das Epfacher Skelettmaterial. Die genaue Aufteilung nach Grabnummern und Geschlecht ist der Wertetabelle am Ende der Arbeit zu entnehmen.

B. AUSSAGEN DER LITERATUR ÜBER DIE GESTALTUNG DER FACIES
ANTERIOR EXTERNA DER MAXILLA UND IM BESONDEREN DER
FOSSA CANINA

Beim Studium der zur Verfügung stehenden Literatur konzentrieren sich meine Nachforschungen auf die Aussagen der Verfasser über die Gestalt der Facies externa anterior. Dabei kristallisiert sich vor allem bei der deutschsprachigen Literatur der Begriff der Fossa canina heraus. Im folgenden Teil wird eine Auswahl an Beschreibungen der äußeren Oberkieferfläche aus der Literatur wiedergegeben, in etwa nach dem Erscheinungsjahr sortiert.

Bei J. H y r t l (1855) taucht noch nicht der Begriff der Fossa canina auf. Er berichtet: "Die vordere Hälfte der Lamina facialis besitzt unter ihrem oberen Rand das Foramen infraorbitale und unter diesem eine seichte Grube, wie ein Fingereindruck der Knochenwand (Fovea maxillaris)."

K r a u s e W. (1879) erläutert mit einem Satz: "Unter dem Foramen infraorbitale bemerkt man eine Grube (Fossa maxillaris (canina))."

G e g e n b a u e r K. (1890) versucht die Lage der Fossa canina schon genauer zu beschreiben: "Abwärts vom Foramen infraorbitale und fast in der Mitte der Vorderfläche ist die flache Fossa canina bemerkbar."

H e n l e I. (1901) macht folgende Angaben: "Der Canalis infraorbitalis mündet im Gesicht über der vertieften Stelle der Vorderfläche des Oberkiefers, welche man als Fossa canina beschreibt." Außerdem bringt er aber etwas Neues: "In der Vertiefung unterhalb des Foramen infraorbitale, der Fossa canina, entspringt der Musculus caninus."

P a t u r e t G. (1951) befaßt sich eingehender und liefert eine kritische Beschreibung: Das Gesicht zeigt in seiner unteren Hälfte einen langen und sehr ausgeprägten Wulst, der mit der Alveole des Eckzahns in Verbindung steht, Crista canina. Zur Mitte zu inseriert hier senkrecht der Musculus incisivus superior. Die Crista canina teilt die Vorderfläche der Maxilla in zwei Teile: einen vorderen, der nach vorne zeigt, einen hinteren, der nach rückwärts weist. Jeder dieser Teile weist eine Einziehung auf. Die eine senkrechte, weniger ausgeprägte, liegt von der Crista canina zur Mitte zu, steht in Verbindung mit den Wurzeln der oberen Schneidezähne; das ist die Fossa myrtiformis; in ihrer unteren Hälfte setzt der M. myrtiformis an. Die andere, sehr viel offensichtlichere Vertiefung, liegt nach rückwärts von der Crista canina: das ist die Fossa canina. Die Bezeichnung ist ungeeignet, denn sie steht nicht mit dem Eckzahn in Verbindung, sondern mit den beiden Prämolaren. Im obersten Teil der Fossa entspringt der M. caninus. Unterhalb der Fossa canina

und direkt über dem Alveolarrand inseriert der *M. buccinator*.

B r a u s H. (1954) eröffnet einen ganz neuen Gesichtspunkt über die Gestalt des Oberflächenreliefs: "Die Kieferhöhle beeinflusst, je nach ihrer Größe, die dem Gesicht zugewendete Oberfläche des Knochens. Sie ist bei kleiner Höhle dellenförmig vertieft, *Fossa canina*; (mit dem Eckzahn *Dens caninus*, hat sie nichts zu tun); bei ausgedehntem Sinus ist die *Fossa canina* mehr verstrichen. (Typisch für den rezenten Menschen, besonders für den Europäer ist dagegen, das die *Sutura zygomatica macillaris* zwischen Jochbein und Oberkiefer wie der First eines Daches geknickt ist.)"

"Der *M. caninus* liegt unmittelbar auf dem Oberkiefer in einer Grube, welche nach ihm *Fossa canina* genannt ist."

S o b o t a J. - B e c h e r H.'s (1957) Ausführungen gleichen der von Krause: "Unter dem Foramen infraorbitale liegt eine flache Grube, *Fossa canina*."

Bei **V o s s H. - H e r l i n g e r R.** (1958) erhält man eine nüchterne Definition: "*Fossa canina*: flache Grube unterhalb des Foramen infraorbitale nach dem Eckzahn benannt."

Seitlich von der Apertura piriformis liegt die *Fossa canina* und noch weiter lateral erhebt sich die knöcherne Grundlage der Wange, die vom Jochbein und dem *Processus zygomaticus* gebildet wird."

S i e g l b a u e r F. (1958) bringt einen weiteren wichtigen Faktor in seine Ausführungen ein: "Auf der Facies malaris liegt das Foramen infraorbitale unter dem Margo orbitalis inferior in einer individuell und rassenmäßig verschieden tiefen Grube, der Fossa canina. In ihr liegt beim 7 - 8-jährigen Kind die große Anlage des bleibenden Eckzahns, mit dessen Durchbruch im 12. Lebensjahre die Fossa canina erst tief einfällt. Beim Erwachsenen reicht die Eckzahnwurzel nicht bis in ihre Höhe hinauf."

S p a l t e h o l z W. - S p a n n e r R. (1960) überspringen fast das Problem: "Unter dieser Öffnung bildet die Fossa canina die seichte Vertiefung für den Ursprung des M. caninus."

G r a y H. (1962) führt Bekanntes wieder auf: Die kräftige Wurzel des Eckzahns bewirkt eine Knochenerhebung, Crista canina genannt; diese trennt die Fossa canina von der Fossa incisiva. Der M. levator angulis oris hat seinen Ursprung in der Fossa canina.

Weiter folgt: Seitlich von der Fossa incisiva ist eine ausgedehntere und tiefere Einziehung, Fossa canina. Sie ist von der Fossa incisiva durch die Crista canina getrennt, die von der Wurzel des Eckzahns hervorgerufen wird. Die Fossa ist der Ursprung des M. levator angulis oris. Über der Fossa canina kennzeichnet das Foramen infraorbitale das Ende des Infraorbitalkanals.

S t a r c k D. (1967) schließt sich in seiner kurzen Bemerkung der Theorie von Braus an: "Die Gesichtsfläche besitzt oberhalb des Alveolarfortsatzes eine Fossa canina. Diese hat nichts mit dem Dens caninus zu tun, sondern entspricht dem Ursprung des M. levator angulis oris. Bei stark ausgebildetem Sinus maxillaris kann das Relief der Facies anterior verstreichen. Oberhalb der Fossa canina liegt das Foramen infraorbitale."

B e n n i n g h o f f A. - G o e r t t l e r K. (1968) greifen auf die Erkenntnisse von Sieglbauer zurück: "Kurz oberhalb des Processus alveolaris zeigt die vordere Wand eine grubige Vertiefung, Fossa canina, die verschieden ausgebildet ist und beim 7 - 8-jährigen Kind die Anlage des großen Eckzahns bedeckt. Oberhalb der Fossa canina befindet sich das Foramen infraorbitale."

R a u b e r A. - K o p s c h F. (1968) lassen sich auf keine neuen Vermutungen ein und erschöpfen sich in nüchternen Tatsachen: "Oberhalb des Processus alveolaris ist die verschieden tiefe Fossa canina zu sehen.

Unterhalb des Foramen infraorbitale liegt die individuell verschieden ausgebildete flache Fossa canina.

M. levator angulis oris (M. caninus) entspringt unterhalb des Foramen infraorbitale in der Fossa canina ossis maxillaris."

B r o c a P. (1875) beschreibt das Gebiet der Fossa canina genau, führt die Grenzen auf, und setzt die Fossa

canina mit dem neuen Begriff der Wangengrube (fosse sous orbitaire) gleich: Die Fossa canina ist nach vorne begrenzt durch die Crista canina, die sie von der Fossa incisiva trennt, nach hinten durch den Wulst der Alveole des ersten Molaren, besser gesagt durch die Crista zygomatica, und reicht von den Juga alveolaris bis zum Orbitarandwulst.

"La face externe du maxillaire supérieur est convexe. On trouvé des saillies verticales correspondant à la racine des dents. Celle des saillies qui correspond à l'alvéole de la canine est plus forte et plus longue que les autres: c'est la crête canine qui sépare la fossette incisive de la fosse canine.

Celle-ci est en dehors et limitée en dehors et en arrière par la saillie de l'alvéole de la première grosse molaire. Cette saillie forme la partie inférieure de la crête sous-malaire.

Entre la crête sous-malaire et la crête canine d'une part, le bord inférieur de l'orbite et l'arcade alvéolaire d'autre part, il existe une fosse vaste et profonde appelée fosse canine ou fosse sous-orbitaire. A sa partie supérieur on voit le trou sous-orbitaire. La suture malaire longe le bord supérieur et externe de la fosse canine."

B o u l e M. (1912) dagegen gibt wieder eine kurze Schilderung: "Die Fossa canina ist die gesamte Vertiefung

der äußeren Oberfläche der Maxilla: - La fosse canine est la concavité générale de la surface antérieur on externe des maxillaires. - Diese Konkavität müßte in Wirklichkeit als Einziehung im Gebiet unter dem Auge bezeichnet werden und der Begriff der Fossa canina müßte für die Vertiefung, definiert nach Broca, reserviert bleiben."

A u g i e r M. (1931) geht ganz systematisch vor und teilt die äußere Oberkieferfläche gleich in drei Regionen ein: - Die Region unter der Nase liegt unter der Nasenöffnung und wird nach hinten von der Fossa canina begrenzt.

- Die Region unter dem Auge; in ihrem unteren und am meisten gekrümmten Teil und über den Wurzeln den beiden Prämolaren findet man im Knochen die kleine Fossa canina, Eindellung durch den M. caninus. Senkrecht darüber liegt das Foramen infraorbitale, weniger als einen Zentimeter vom Orbitarand entfernt.

- Die Nasen-Augen-Region; in und über der unteren Augenregion gelegen, bedeckt sie den äußeren Teil des Processus frontalis maxillaris.

P a t t e E. (1955) geht mit Broca konform in der Definition und trennt die Begriffe Wangengrube von der Fossa canina.

Nach diesem auszugsweisen Überblick von der Literatur läßt sich folgende Zusammenfassung geben:

Die Autoren der deutschsprachigen Werke erwähnen ausschließlich nur den Begriff der Fossa canina. Seine Definition gibt aber für die Thematik der Arbeit keine weiterführenden Hinweise. Nur einige stellen Thesen auf über den Grund des Auftretens einer Fossa canina überhaupt. Diese Theorien basieren auf ganz gegensätzlichen Standpunkten. Zum einen soll hier beim 7 - 8-jährigen Kind die Anlage des bleibenden Eckzahns liegen und beim Durchbruch im 12. Lebensjahr soll die dünne, darüberliegende Knochenlamelle einfallen und so eine verschieden tiefe Grube bilden (Sieglbauer, Benninghoff-Goerttler). Zum anderen soll die Ausbildung der Fossa canina von der Beschaffenheit der Kieferhöhle beeinflusst werden, je ausgedehnter der Sinus maxillaris ist, desto verstrichener ist die Fossa canina (Braus, Starck). Daß der M. caninus (M. levator angulis oris) seinen Ursprung in der Fossa canina nimmt, darüber sind sämtliche Autoren einer Meinung.

Die französischen Autoren geben für die Themastellung dieser Arbeit eine aufschlußreichere Lagebeschreibung mit Begrenzungsangaben. Dabei tritt aber eine Verwirrung der Begriffe offensichtlich zu Tage. Es wird nämlich der Begriff der Fossa canina mit der zum ersten Mal auftretenden Bezeichnung Wangengrube (fosse sous orbitaire) wechselweise verwendet und dabei wird keine eindeutige, abgrenzende Differenzierung untereinander herausgearbeitet.

C. BESCHREIBUNG DER VERSUCHSANORDNUNGEN FÜR DIE EIGENE MESSTECHNIK

1. Zur Darstellung des Winkels vom Processus zygomaticus maxillare zum Os zygomaticum

Um oben genannten Winkel messen zu können, ist es zuerst einmal notwendig, die Krümmung, die der Processus zygomaticus maxillare zum Os zygomaticus hin bildet, aufzuzeichnen. Dazu müssen die verschiedenen Schädel alle vom gleichen Blickpunkt aus und in derselben Stellung betrachtet werden. Um die erste Forderung zu erfüllen, wird die Frontalansicht (Norma frontalis) gewählt. Die Schädel müssen so im Raum ausgerichtet werden, daß ihre Lage jederzeit reproduzierbar ist. Dafür erscheint gerade die Frankfurter Horizontalebene (Ohr-Augen-Ebene) als geeignet, die durch folgende Punkte (mindestens drei) eindeutig definiert ist: rechtes und linkes Porion, tiefste Stelle des linken oder rechten unteren Orbitarandes. Ist der Schädel in der Frankfurter Horizontalebene fixiert, so kann dieser in der Norma frontalis betrachtet werden. Die abzubildende Krümmungslinie des Processus zygomaticus des Oberkiefers stellt sich als äußerste sichtbare knöcherne Begrenzung der Crista zygomatico maxillare und des Jochbeins dar.

Zur praktischen Fixierung des Schädels in der Frankfurter Horizontalebene wird dieser in den Kranioophoren von Sal-

ler eingespannt, der mit seinen drei Palpatoren für die oben genannten Fixpunkte der Ebene die Stabilität der Lage sichert. Für meine zeichnerische Lösung wird der obere bewegliche Teil des Kraniophor mitsamt dem Schädel um 90° nach hinten gekippt, so daß die Frontalebene nun parallel zur Unterlage ausgerichtet ist. Da für Messungen nur solche Zeichnungen verwendet werden können, die den Paralaxenfehler ausschließen muß für die Projektierung des Bildes auf die Ebene des Papiers der Gegenstand durch ein optisches System betrachtet werden, das die Lichtstrahlen parallelisiert. Solche Bilder werden mit Hilfe eines Diopetrographen erzeugt. Der Schädel wird in der erklärten Lage mit dem Saller'schen Kraniophor (im Gegensatz zu den bisher praktizierten Arbeitsmethoden) in das annähernd würfelförmige Gestell des Diopetrographen geschoben, dessen Oberfläche eine Spiegelglasplatte bildet. In gleicher Ebene mit ihr liegt ein daran anschließendes Brett, auf dem das Zeichenpapier befestigt wird. Auf der Glasplatte wird ein Diopter mit Fadenkreuz entlang der gewünschten Konturlinien des sich nun in Aufsicht befindlichen Schädels verschoben. Dieser Diopter ist an einem Eckpunkt eines Pantographen (Storchenschnabel) drehbar befestigt. Der gegenüberliegende Eckpunkt trägt den Bleistift, der auf dem Papier im gewünschten Verhältnis 1:1 gleitet. (Abb. 1) Die nun vorliegende unregelmäßig gekrümmte Bogenlinie muß nun charakteristisch unter Angabe einer Meß-

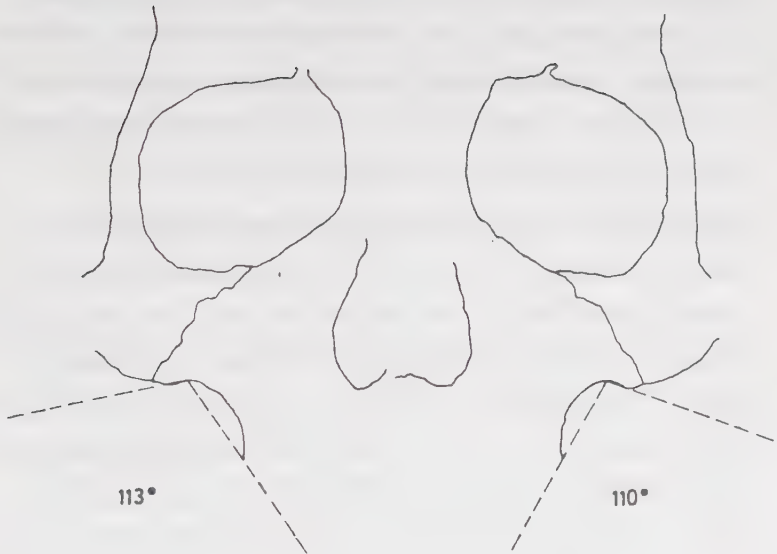


Abbildung 1 zeigt einen Schädel (Grabnummer 100) in der Norma frontalis skizziert, mit konstruierten Winkel zur Definition der Krümmung des Processus zygomaticus der Maxilla zum Jochbein hin.

größe erfaßt werden.

Das Problem stellt sich wie folgt dar: Es ist eine solche Methode festzulegen, die einfach und nachvollziehbar ist und die die trennenden Merkmale des unterschiedlichen Krümmungsverlaufs in klaren Zahlenwerten unmißverständlich veranschaulicht. Die gewählte Lösung führt zu einer maximalen zeichnerischen Anpassung eines Winkels an die auf dem Papier festgehaltene Knochenkrümmung. Der zahlenmäßige Ausdruck wird in Winkelgraden abgelesen.

Der Winkel mit seinen drei Teilen, den beiden Schenkeln und der Spitze, paßt sich der reproduzierten knöchernen Kontur in der noch zu erklärenden Art an. Der absteigende Schenkel verläuft immer durch den Endpunkt des Alveolarrandes, der natürlich auf Grund des prähistorischen Schädelmaterials und durch unvermeidbare Ausgrabungsbeschädigungen Knochenabsplitterungen aufweisen oder durch fehlende Zähne atrophiert sein kann. Es wäre nun naheliegend als Berührungspunkt für den anderen mehr waagrecht verlaufenden Schenkel einen anthropologisch definierten Punkt zu verwenden, wie ihn vielleicht der Knick des Jochbeins nach hinten darstellt oder noch eindeutiger das Ende der *Sutura zygomatica maxillaris*. Aber kein Punkt dieser Art beeinflusst die Ausprägung der Krümmung an den einzelnen Schädeln auch nur im geringsten. Auf Grund dieser Gegebenheiten muß hier der am Knochenrand liegende Punkt konstruktiv geometrisch so festgelegt werden, daß

er von der Frankfurter Horizontalebene am weitesten wegrückt. Durch diese beiden beschriebenen Punkte laufen die Schenkel des Winkels. Die Spitze des Winkels liegt an der Stelle der Krümmung, die der Frankfurter Horizontalen am nächsten liegt. Daraus formt sich ein Winkel, der die Charakteristik am meisten widerspiegelt. Mechanisch wird mit einem Winkelmeßgerät die Zahl der Winkelgrade abgelesen und tabelliert.

2. Zur Darstellung der Oberflächenstruktur der *Facies anterior maxillae*

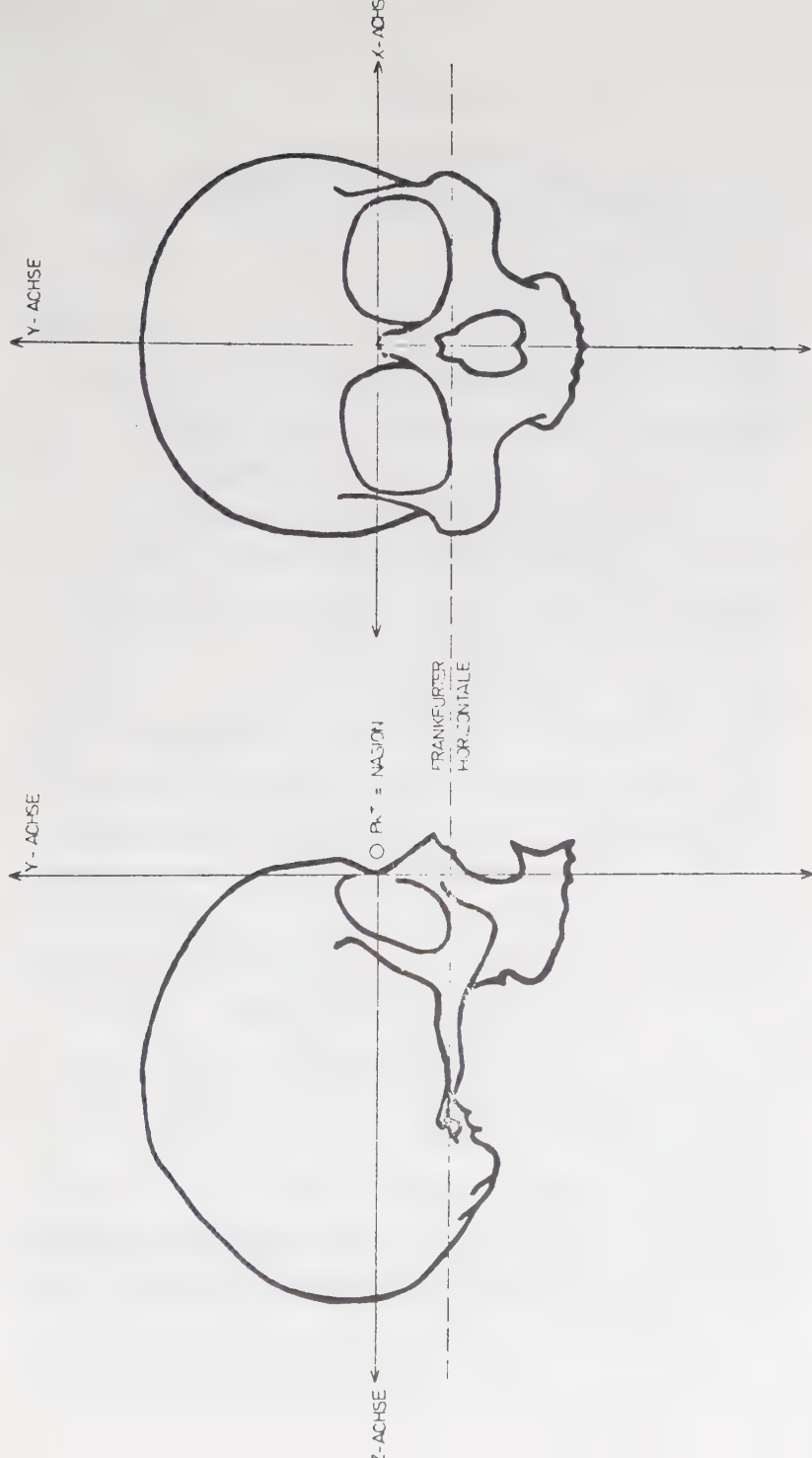
Der *Corpus maxillae* weist im Speziellen gerade mit seiner *Facies anterior externa* einen so unregelmäßigen und unbegrenzten Formenreichtum auf, daß es bisher noch nicht gelungen ist, über eine vergleichende Beschreibung hinauszudringen. Das Thema dieser Arbeit erfordert es aber, eine Methode zu entwickeln, die dieses Oberflächenrelief objektiv darstellt. Meine aus langwierigen und mühsam erprobten Versuchsreihen gezogene Schlußfolgerung lautet so, daß das Profil einer Fläche nur dann präzise wiedergegeben werden kann, wenn es in einem 3-dimensionalen Koordinatensystem ausgerichtet wird. Von möglichst vielen Punkten dieser Fläche sind die Koordinaten zu ermitteln. Je dichter diese Punkte beieinander liegen, desto genauer wird das Bild. Für den speziellen Fall wird folgender-

maßen vorgegangen: Um den Schädel im Koordinatensystem geeignet einzustellen, muß eine Ebene am Schädel gewählt werden, die für alle Schädel bestimmbar ist und durch fast unverändert liegende Punkte geht. Dazu wird wiederum die Frankfurter Horizontalebene (Ohr-Augen-Ebene) als geeignet betrachtet. Der Schädel wird so fixiert, daß diese parallel zur Ebene der beiden Koordinatenachsen x und z verläuft.

Als Nullpunkt für das ganze Koordinatensystem muß ein unverändert fixierter Punkt am Schädel gesucht werden, der hier im Nasion gefunden wird. Der Verlauf der Achsen wird in der Frontalansicht (*Norma frontalis*) gegeben:

Die x -Achse zieht in der Frontalebene parallel zur Frankfurter Ebene durch das Nasion. Die y -Achse geht durch das Nasion und verbleibt vertikal in der Medianebene. Sagittal vom Nasion aus durch den Schädel durch läuft die z -Achse. In der Abbildung 2 wird dies nochmals zeichnerisch veranschaulicht.

Die zu vermessenden Punkte bekommen alle denselben Abstand von der x - und y -Achse. Sie stellen somit die Netzkpunkte eines Gitters dar. Diese Rasterpunkte haben im vorliegenden Versuch einen Abstand zueinander von 1 mm in der x -Achsenrichtung und 2,5 mm in der y -Richtung. Nur ihre z -Koordinaten geben die individuell variierende Entfernung von der äußeren Knochenoberfläche der Oberkieferkörpers an. Wie es zur Erlangung dieser Merkmale kommt,



schildert der praktizierte Versuchsablauf. Abbildung 3 führt dabei zu einem besseren Verständnis.

Der Schädel wird, wie im ersten Versuch, im Kranioophoren von Saller in der Weise gehalten, daß er nach der Frankfurter Horizontalebene ausgerichtet ist. Dann wird der bewegliche Teil des Kranioophoren mit dem Schädel um 90° zur rechten Seite gedreht. Auf die Zeichenunterlage wird sowohl die Frankfurter Horizontale als auch das Nasion projiziert. Die Senkrechte durch das Nasion auf die Frankfurter Horizontale stellt zeichnerisch die Ebene zwischen x- und y-Achse dar oder anders ausgedrückt, die Frontalebene durch das Nasion, von der aus die einzelnen Abstände zu den Knochenpunkten berechnet werden. In dieser Situation wird von der knöchernen Außenfläche der Maxilla mit Hilfe eines Diagraphen die Relieflinie aufgezeichnet. Dies wird in Abständen von 1 mm auf der x-Achse wiederholt. Der Anfang der Linie ist der untere Orbitarandwulst und das Ende der Alveolarrand. Der Beginn und das Ende dieser Relieflinien sind allerdings sehr unbestimmt, denn bei vielen Schädeln fehlt auf Grund des hohen Alters, des porösen, zerbrechlichen Knochens, der Ausgrabungsschäden, seien sie durch unsachgemäßes Verhalten entstanden oder unvermeidbar gewesen, oder verschiedener Alveolarfortsatzlängen durch atrophierten Alveolarbuckel bei fehlenden Zähnen, ein Teil der Knochenwand. Bei

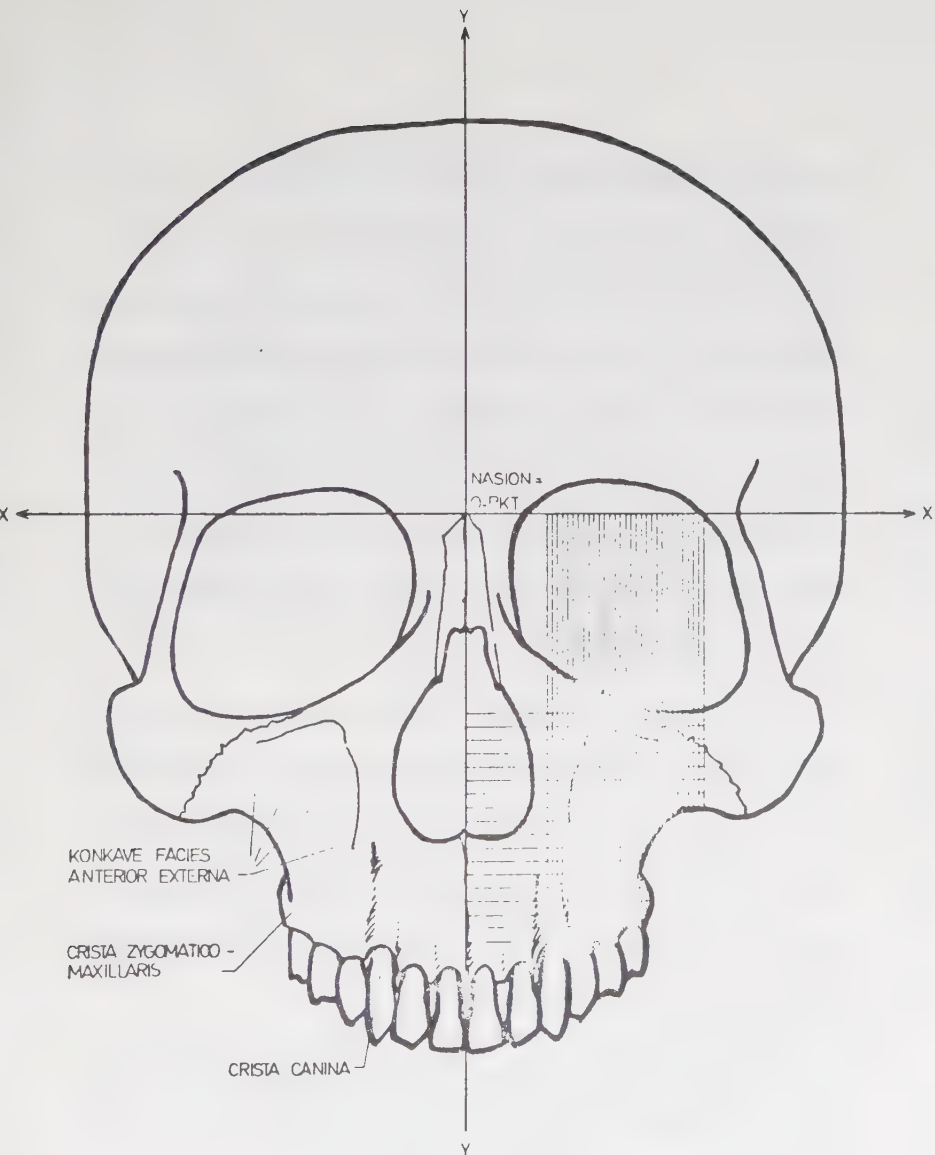


Abbildung 3 zeigt einen Schädel in der Norma frontalis, an dem der Verlauf der x- und y-Achse eingetragen ist und ausserdem noch die senkrechten und waagrechten Linien, von deren Schnittpunkt aus die Tiefe der konkaven Facies anterior externa gemessen wird.

einem Wiedergabeverhältnis 1:1 sind die Länge und Konkavität der Krümmungslinie für die einzelnen Reliefschnitte der Fossa anterior externa der maxilla zu kurz und zu gering ausgeprägt, um sehr genau definierte numerische Werte herausholen zu können. (Abb. 4) Eine Verbesserung wird dabei erzielt, wenn die Linien auf Millimeterpapier im Verhältnis 2:1 unter Zuhilfenahme eines Pantographen (Storchenschnabel) übertragen werden. Hier können die y- und z-Koordinaten mit äußerster Genauigkeit entnommen werden. Für jede Gesichtshälfte eines jeden Schädels werden die x-, y-, z-Koordinaten eines jeden Gitterpunktes tabelliert. (Tab. 1)

Da diese ungemein große Summe von Werten allein nicht zu verarbeiten ist, wird eine EDV-Anlage in die Versuchsauswertung miteinbezogen. Es ist aber hier auch nur möglich, eine begrenzte Anzahl von Zahlen pro Schädel zu speichern. Diese technische Einengung übt ihren Zwang dahingehend aus, daß vorher durch optische Kontrolle eine Auslese folgender Art stattfinden muß:

Es werden nur diejenigen Koordinatendaten der Facies externa anterior des Oberkiefers berücksichtigt, die im Bereich einer möglichen Wangengrube oder Fossa canina liegen, also von der Crista canina bis zur Crista zygomatico maxillaris. Auf diese Weise ergeben sich noch rund 220 Zahlenwerte pro Schädelhälfte, die in Lochkarten gestanzt werden müssen, somit etwa 23 000 insgesamt. Diese Stan-

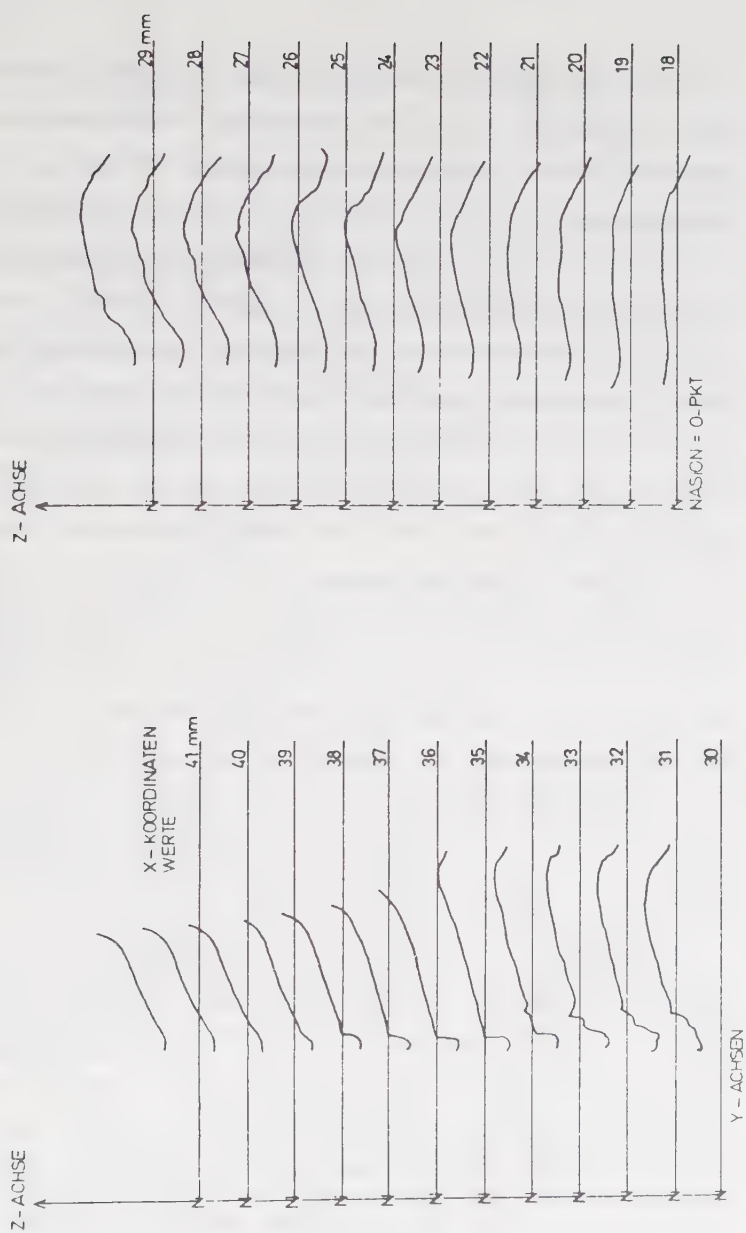


ABB 4 RELIEFLINIEN EINER OBERKIEFERHÄLFTE

zung der Lochkarten muß auf ihre Fehlerhaftigkeit untersucht werden. Dazu werden die Lochkarten der Rechenmaschine eingegeben und man läßt die Zahlenwerte ausdrucken. Nach eingehender Kontrolle mit den Originaldaten werden die fehlerhaften Karten ausgesondert und nun richtig gelocht. Dieser Vorgang wird zweimal wiederholt, wobei jede Ungenauigkeit für die Grundlage der weiteren Rechengvorgänge ausgeschlossen wird. Jetzt erst kann man sich einen genauen Überblick über das Zahlenmaterial verschaffen. Bei der Kontrolle ist festzustellen, daß die Knochenoberfläche der Maxilla aus der Frontalansicht nur in den höchst seltensten Fällen eine Eindellung aufweist. Das heißt mit anderen Worten, daß die Oberflächenstruktur nach hinten zur Seite zurückweicht oder mathematisch ausgedrückt, die Zahlenwerte der z-Koordinaten steigen von einer zur anderen Seite hin an. Für die vergleichbare Tiefenbestimmung der Eindellung ist es unbedingt notwendig, jetzt anstatt der Frontalebene eine neue Bezugsebene zu finden. Um dieses Problem zu lösen, wird rechnerisch an die Mulde, die sich zwischen Orbitalrandwulst und Alveolarrand ausbildet, eine Ebene so angepaßt, daß sie an mindestens 3 Punkten den Knochen berührt und das kleinste noch positive Volumen einschließt. Auf diese neue, jeden Schädel individuell angepaßte Ebene werden nun die z-Koordinaten der einzelnen Rasterpunkte bezogen. Von hier aus wird der tiefste Punkt gemessen und dieses Maß kann

mit dem anderer Schädel verglichen werden, da sich die Ebene der individuellen Konkavität des Oberkiefers, gemäß der gestellten Bedingungen, charakteristisch anpaßt. Die Lösung dieser Aufgabe ist aber nur mit Hilfe einer elektronischen Rechananlage möglich.

Daraus ergibt sich auch noch die Möglichkeit, den Winkel zwischen dieser Ebene und der x-Achse zu ermitteln, der ein Maß dafür angibt, wie stark unter oben genannten Voraussetzungen die Facies anterior von der Frontalebene zur Seite nach hinten zurückweicht. (Abb. 5)

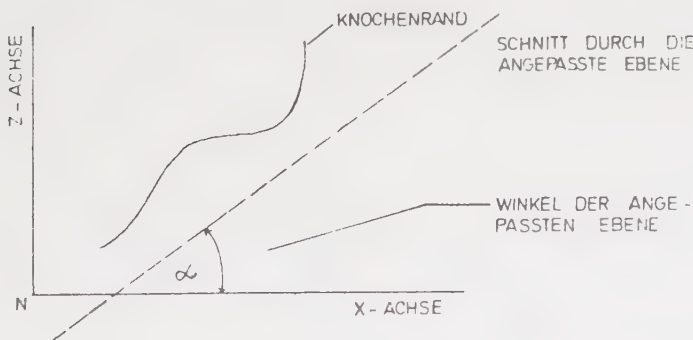


Abb. 5 Zeichnerische Veranschaulichung für die rechnerische Anpassung einer Ebene an die Facies anterior externa des Oberkiefers.

Für eine weitere Aussage, ob der tiefste Punkt nun in einer sehr flachen und weiten Mulde, oder in einer sehr

kleinen umschriebenen Grube mit steil abfallenden Wänden liegt, gibt eine weitere räumliche Rechenmethode ein Maß an. Es werden auf die z-Werte der acht Punkte, die um den tiefsten Punkt herum liegen, die Differenz zu der z-Koordinate des tiefsten Punktes aufgerechnet und das Volumen V_1 über der Grundebene (Frontalebene durch das Nasion) berechnet. Von diesem Volumen wird das tatsächliche Volumen V_2 das von den acht Gitterpunkten um die tiefste Stelle eingeschlossen wird, abgezogen. Diese Volumendifferenz stellt ein Maß dar für die Stärke der Krümmung der Knochenwand an dieser Stelle. Ist die Zahl groß, bedeutet das eine starke Krümmung und damit eine ausgeprägte Delle in der Knochenwand. Bei kleiner Maßzahl ist die Grube flach und unbedeutend. In Abbildung 6 wird diese Überlegung graphisch nochmals belegt.

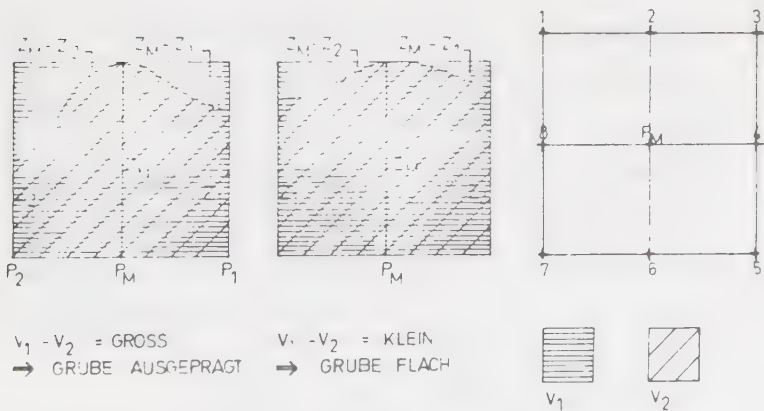


Abb. 6 Graphische Darstellung für die rechnerische Lösung zur Bestimmung der Knochenwandkrümmung.

D. ERGEBNISSE MIT STATISTISCHER AUSWERTUNG AN ZWEI
BEVÖLKERUNGSGRUPPEN (SPÄTRÖMERZEITLICHE SCHÄDEL
UND ALEMANNENSCHÄDEL)

Vor Beginn der Auswertung sollen noch einmal zur Rekapitulation die in der Versuchsreihe gemessenen Merkmale in der Reihenfolge aufgeführt werden, die auch in den späteren Tabellen ihre Gültigkeit hat.

- 1 $\hat{=}$ x-Koordinate des tiefsten Punktes
- 2 $\hat{=}$ y-Koordinate des tiefsten Punktes
- 3 $\hat{=}$ Tiefe der Grube von der Frontalebene aus bestimmt
- 4 $\hat{=}$ Tiefe der Grube von der angepaßten Ebene aus gemessen
- 5 $\hat{=}$ Krümmung der Einziehung am tiefsten Punkt
- 6 $\hat{=}$ Winkel einer angepaßten Ebene, die das kleinste positive Volumen mit der Oberkieferaußenfläche bildet, mit der x-Achse
- 7 $\hat{=}$ Winkel des Processus zygomaticus des Os maxillare in der Norma frontalis

Des weiteren muß noch vorausgeschickt werden, daß bei der optischen Kontrolle der z-Koordinaten an 17 Schädelhälften keine Konkavität vorgefunden wurde. Diese Zahl spaltet sich gemäß den beiden Bevölkerungsgruppen so auf: Bei den spätrömerzeitlichen Schädeln sind es fünf Stück, welche 8,6 % entsprechen.

Alemannenschädel sind es 12 oder 31,5 %.

Die einzelnen Grabnummern sind aus der Wertetabelle am Ende der Arbeit zu entnehmen.

Somit sind hier die Merkmale 1 - 5 nicht feststellbar und sie können deshalb in diesem Fall bei der numerischen Berechnung nicht berücksichtigt werden. Diese Forderung der Statistik, daß dadurch die tatsächlichen Werte zu sehr verändert werden, ist ein bekannter Mangel. Gerade deshalb dürfen diese Schädel beim Gesamtüberblick nicht vergessen werden.

Eine Zeichenerklärung zu den später folgenden Tabellen soll ein Zurechtfinden erleichtern:

M = Merkmale

S = Streuung

N = Anzahl

T = T-Testwert

$\bar{X}$

= Mittelwert

F = Freiheitsgrad

I. 1. Spätrömerzeitliche Schädel

a Aufteilung der Meßwerte auf die einzelnen Merkmale

Wie sich die, aus der Versuchsreihe erarbeiteten Werte für die spätrömerzeitlichen Schädel zu den einzelnen Merkmalen aufteilen, sollen die Abbildungen 7 bis 13 veranschaulichen.

b Mittelwert und Streuung

Bei der statistischen Auswertung ergeben sich, die spätrömerzeitlichen Schädel insgesamt betrachtet, für die

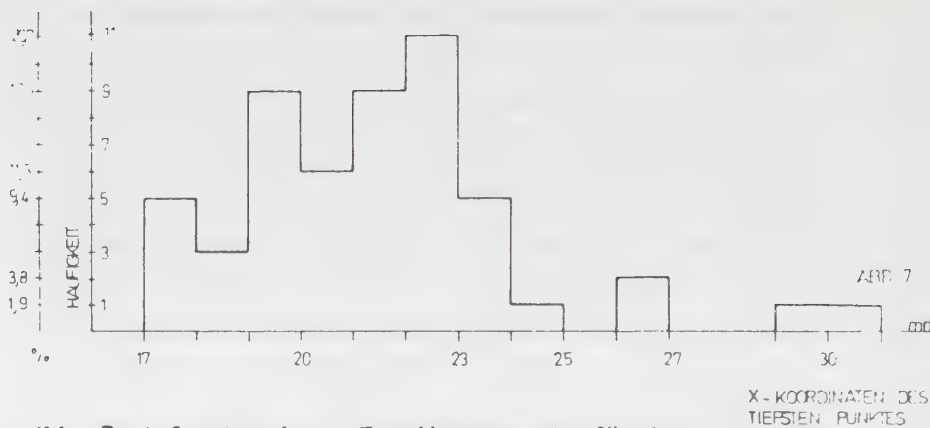


Abb. 7 Auftreten der x-Koordinatenwerte für den tiefsten Punkt

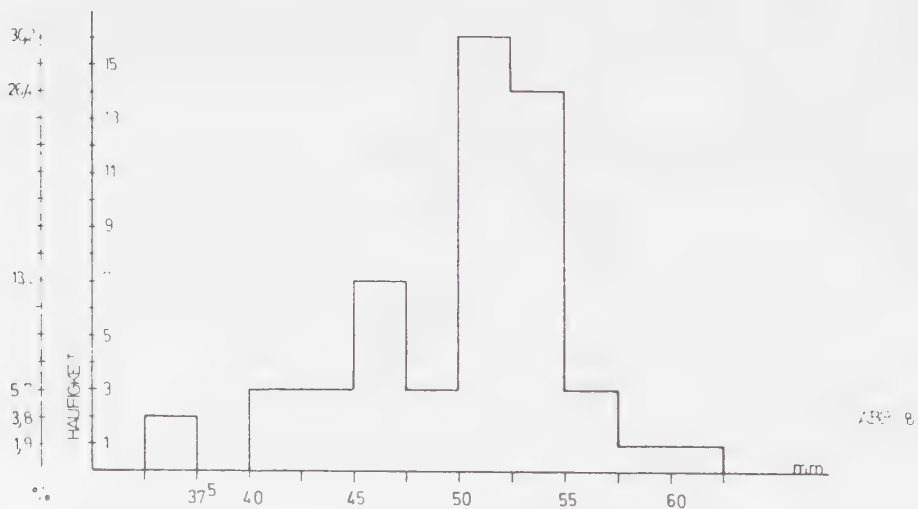


Abb. 8 Auftreten der y-Koordinatenwerte für den tiefsten Punkt



Abb. 9 Auftreten der z-Koordinatenwerte für den tiefsten Punkt

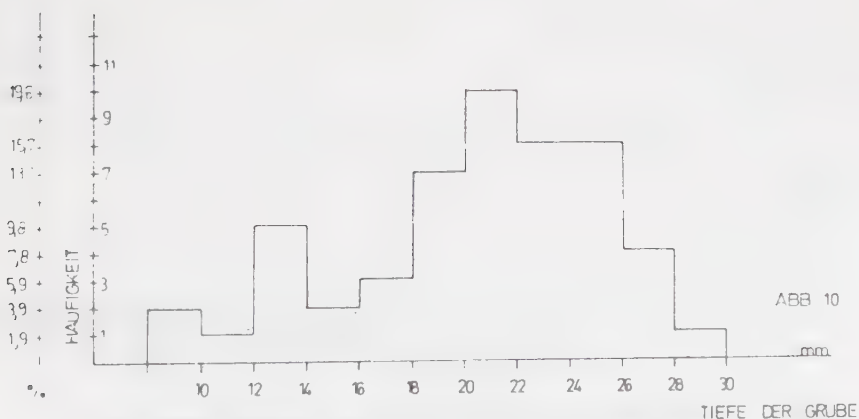


Abb. 10 Häufigkeit der Tiefenwerte der Grube von einer angepassten Ebene aus gemessen.

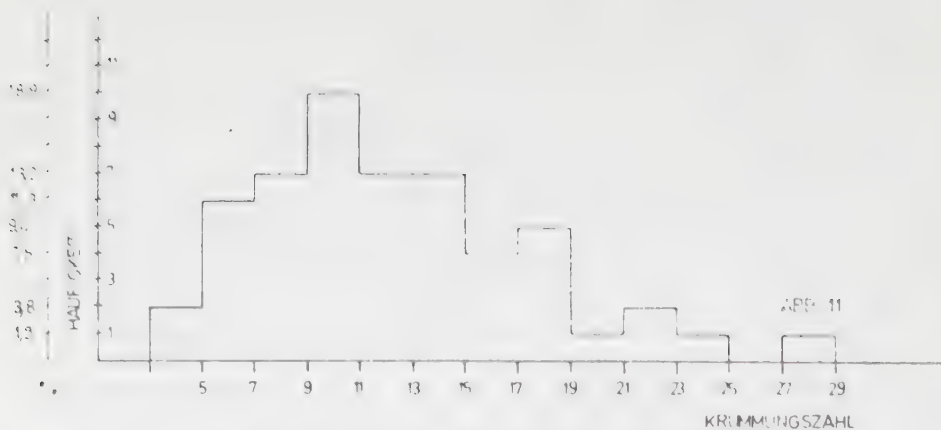


Abb. 11 zeigt das Auftreten bestimmter Krümmungsmaßzahlen

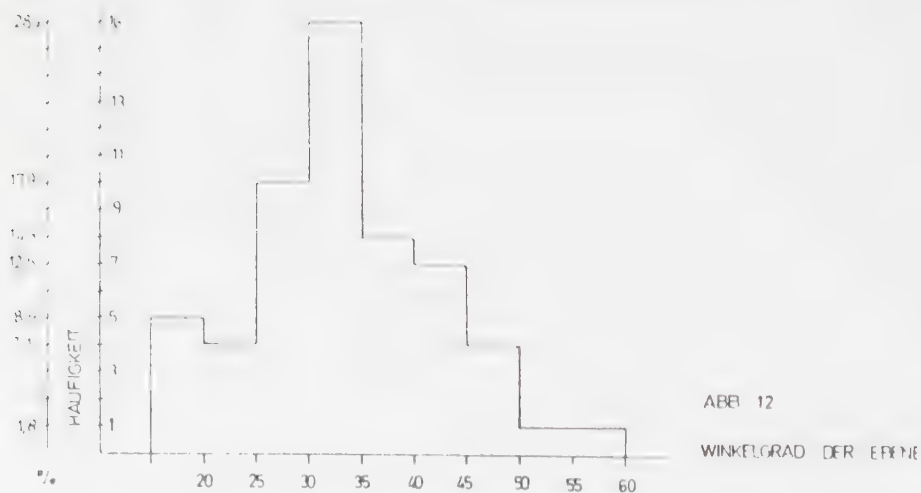


Abb. 12 Häufigkeit des Auftretens von Winkelgraden für die angepasste Ebene

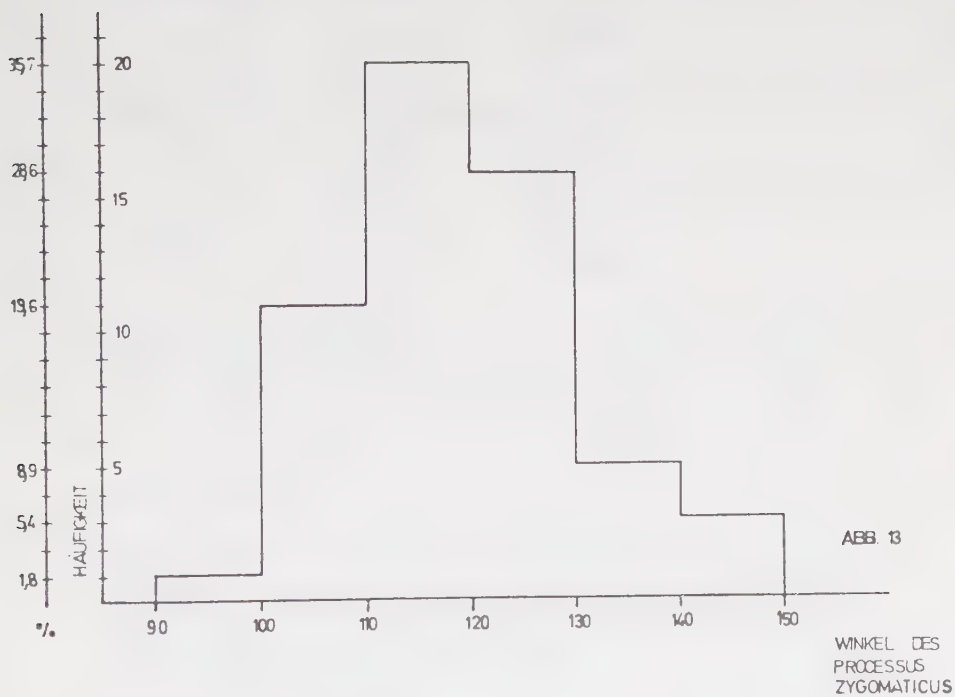


Abb. 13 Auftreten der Winkel an den Processi
zygomatici der Maxilla

Merkmale 1 bis 7 die in der Tabelle 2 aufgeführten Mittelwerte mit ihrer Streuung.

M	N	$\bar{X}$	S
1	53	21,96	2,72
2	53	51,42	5,13
3	53	29,84	7,01
4	51	20,36	4,96
5	53	- 12,42	5,22
6	56	33,20	9,72
7	56	119,04	10,01

Tabelle 2: Mittelwert und Streuung der sieben gemessenen Merkmale an spätrömerzeitlichen Schädeln.

c Unterscheidung des Geschlechts mit dem T-Test

Es interessiert nun, ob das unterschiedliche Geschlecht einen Einfluß auf die gemessenen Merkmale ausübt. Dazu werden die vermessenen spätrömerzeitlichen Schädel dem Geschlecht nach in männliche und weibliche getrennt. Die zu erwartenden Differenzen der Mittelwerte der Merkmale werden mit dem T-Test verglichen. Die aus Streuung und Anzahl errechneten Freiheitsgrade ermöglichen es dann, an Hand von vorgefertigten Tabellen (Pfanzagl), in diesen den erhaltenen Wert aus dem T-Test zu vergleichen. Dabei stellt sich heraus, ob die Merkmale signifikant verschie-

den sind, wenn dabei nur ein Fehler von 0,5 bis 5,0 % eine Rolle spielt. Oder der Unterschied ist nur so geringfügig, daß man daraus keine wesentlichen trennenden Eigenschaften ableiten kann. Tabelle 3 gibt die Daten in übersichtlicher Form wieder.

M	RÖMER MÄNNLICH			RÖMER WEIBLICH			T	F
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S		
1	17	23,06	3,23	36	21,44	2,31	1,85	24
2	17	52,21	6,12	36	51,04	4,64	0,70	25
3	17	29,31	7,23	36	30,10	6,99	-0,38	31
4	15	19,41	5,92	36	20,76	4,53	-0,79	21
5	17	-11,55	5,78	36	-12,83	4,97	0,79	28
6	16	35,78	6,65	40	32,18	10,60	1,53	44
7	18	120,94	11,55	38	118,14	10,47	0,87	31

Tabelle 3. Spätrömerzeitliche Schädel sind in männliche und weibliche Schädel getrennt mit den T-Testwerten für die einzelnen Merkmale dargestellt.

Aus diesen Werten wird ersichtlich, daß fast alle Merkmale vom Geschlecht unabhängig sind. Nur bei den x-Koordinaten kann man mit einer äußerst geringen Signifikanz von 95 % Wahrscheinlichkeit behaupten, daß der tiefste Punkt am männlichen Oberkiefer im Mittelwert um 1,6 mm weiter

zur Seite gerückt ist als beim weiblichen. Der Mittelwert der x-Koordinaten für die Lagebestimmung des tiefsten Punktes liegt beim männlichen Geschlecht bei 23,0 mm und beim weiblichen bei 21,4 mm. Der tiefste Punkt liegt beim weiblichen Oberkiefer nicht an einer anderen Stelle, sondern rückt nur durch die Gesamtstruktur 1,6 mm näher an die Medianlinie heran. Darin kann man die Möglichkeit sehen, dies als zusätzliches Maß für den Geschlechtsdimorphismus gelten zu lassen.

d Bestimmung des Rechts- und Linksunterschieds
mit dem T-Test

Als weiteres bleibt noch der Vergleich von linker und rechter Seite zu prüfen. Zu diesem Zweck werden die Werte der spätrömerzeitlichen Schädel je nach Gesichtshälfte geteilt und ihre Auswertung zeigt sich in Tabelle 4.

M	RÖMER RECHTS				RÖMER LINKS			T	F
	N	X	S		N	X	S		
1	26	20.96	2.29	27	22.93	2.79		2.81	50
2	26	52.79	4.71	27	50.09	5.26		1.97	51
3	26	31.17	6.51	27	28.57	7.35		1.37	51
4	29	21.12	4.94	26	19.63	4.96		1.08	49
5	26	-12.58	5.43	27	-12.17	5.10		-0.35	50
6	29	39.44	8.79	27	30.80	10.24		1.81	51
7	29	119.90	11.16	27	118.13	10.54		0.61	54

Tabelle 4. Die rechte und linke Gesichtshälfte der spät-römerzeitlichen Schädel ist getrennt ausgewertet und die Merkmale mit dem T-Test verglichen.

Die rechte Kieferhälfte scheint sich von der linken sehr stark abzugrenzen, gerade in Bezug auf die Lage des tiefsten Punktes und des Winkels der angepassten Ebene. Rechts liegt der Punkt im Mittel um 2 mm näher an der Medianlinie und 2,7 mm weiter vom Nasion entfernt. Die Ebene ist auch hier um $4,6^{\circ}$ stärker geneigt. All das könnte auf eine Asymmetrie der Gesichtshälften hindeuten.

Für die Schädel aus den Gräbern mit den Nummern 3 und 154, bei denen sich herausgestellt hat, daß sie nicht

mehr der Spätrömerzeit zugeordnet werden können, liegen die Meßwerte für die einzelnen Merkmale so unregelmäßig verteilt, daß sie zu keiner trennenden Aussage Anlaß geben.

2. Alemannenschädel

a Aufteilung der Meßwerte auf die einzelnen Merkmale

Bei den Alemannenschädel wird analog den spätrömerzeitlichen Schädeln vorgegangen. Zuerst wird an Hand der Abbildungen 14 bis 20 eine allgemeine Aufteilung der Daten für die einzelnen wichtigen Merkmale gegeben.

b Mittelwert und Streuung

Die Mittelwerte und Streuung dieser Meßwerte an den Alemannenschädeln sind an nachstehender Tabelle 5 nach den einzelnen ausgewählten Merkmalen geordnet.

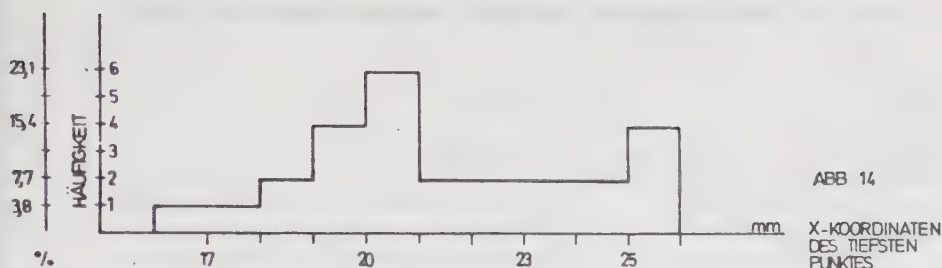


Abb. 14 Aufgliederung der x- Werte bei den Alemannenschädeln

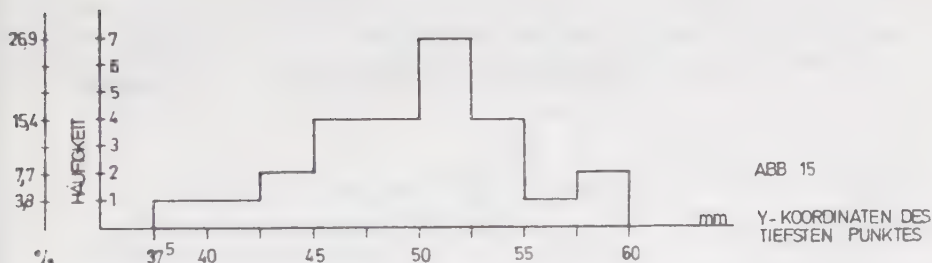


Abb. 15 Verteilung der y- Koordinaten bei den Alemannenschädeln

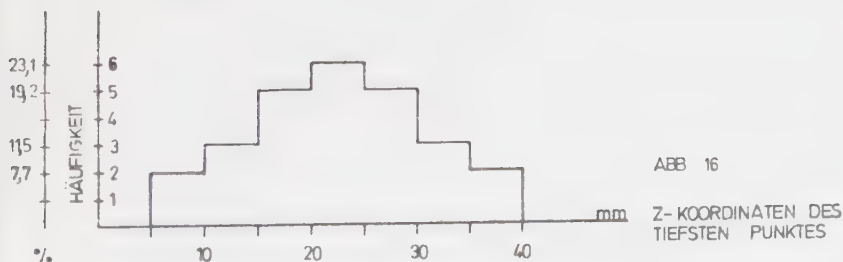
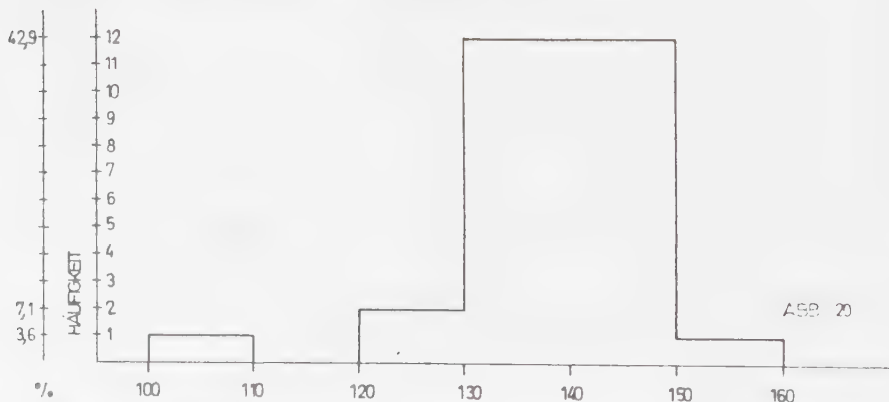
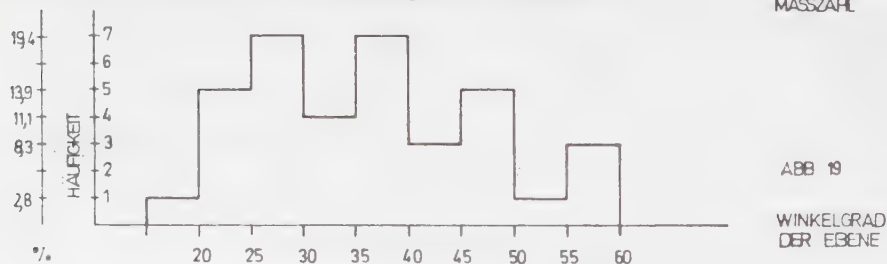
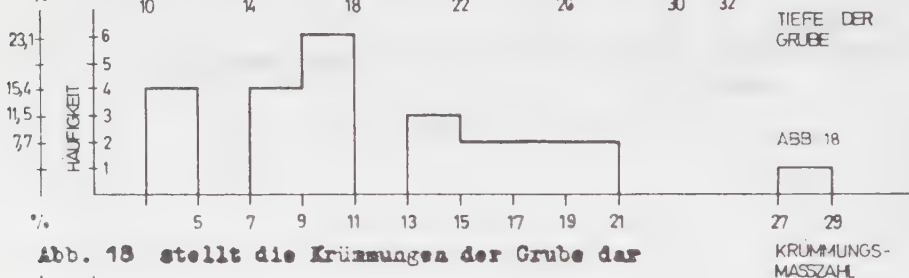
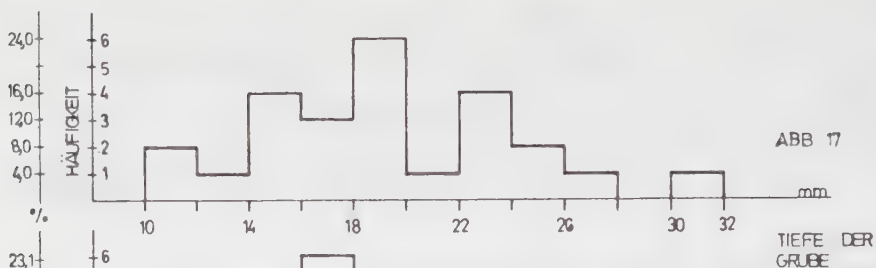


Abb. 16 zeigt die s- Koordinatenaufteilung

Abb. 17 Verteilung der Meßwerte für die Tiefe der Grube



M	N	$\bar{x}$	s
1	26	21,96	2,63
2	26	51,06	4,91
3	26	22,34	8,00
4	25	19,16	4,90
5	26	- 14,42	9,67
6	36	36,17	10,95
7	28	139,41	9,48

Tabelle 5. Die 7 Merkmale bei den Alemannenschädeln sind mit Mittelwert und Streuung aufgeführt.

c Unterscheidung des Geschlechts mit dem T-Test

Es wird auch hier wieder von Bedeutung sein, inwieweit das Geschlecht die Ausprägung der Merkmale und ihrer Mittelwerte beeinflusst. Für etwa auftretende Unterschiede gibt der T-Test wieder Aufschluß über die wirkliche Aussagekraft dieser vermeintlichen Diskrepanzen. In Tabelle 6 sind die Werte für das männliche und weibliche Geschlecht bei den Alemannenschädeln auf einen Blick zu erfassen.

Der T-Test bestätigt hier, daß die Differenzen zwischen den Mittelwerten der männlichen und weiblichen Schädel nur irreführender Natur sind. Besonders groß ist der Differenzbetrag von 5 mm zwischen den Mittelwerten der Ab-

M	ALEMANNEN MÄNNLICH			ALEMANNEN WEIBLICH			T	F
	N	$\bar{x}$	S	N	$\bar{x}$	S		
1	10	21.60	2.72	16	22.19	2.64	-0.54	19
2	10	51.75	4.72	16	50.63	5.12	0.57	20
3	10	19.27	6.96	16	24.26	8.20	-1.66	22
4	9	18.64	4.51	16	19.46	5.23	-0.41	19
5	10	-18.14	9.94	16	-12.10	9.04	-1.56	18
6	17	36.95	9.32	19	35.47	12.44	0.40	33
7	15	139.80	12.14	13	138.96	5.47	0.24	20

Tabelle 6. Getrennte Darstellung des Geschlechts bei den Alemannenschädeln mit den Werten für den T-Test bei den 7 Merkmalen.

stände von der Frontalebene. Es kann jedoch daraus kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern für dieses Merkmal abgeleitet werden.

d Bestimmung des Rechts-Linksunterschieds mit dem T-Test

Eine mögliche Seitenverschiedenheit der Gesichtshälften soll im folgenden Abschnitt geprüft werden. Die Ergebnisse werden rechnerisch in Tabelle 7 verdeutlicht.

Hier tritt dasselbe Phänomen wie bei den spätrömerzeitli-

M	ALEMANNEN RECHTS			ALEMANNEN LINKS			T	F
	N	X	S	N	X	S		
i	15	20,60	2,06	11	23,82	2,18	-3,80	21
2	15	51,33	5,46	11	50,68	3,89	0,33	24
3	15	23,21	8,80	11	21,15	6,98	0,67	24
4	15	18,01	4,26	10	20,89	5,51	-1,40	16
5	15	-12,40	6,57	11	-17,18	12,60	1,15	14
6	20	37,98	12,19	16	33,91	9,03	1,15	34
7	16	137,78	11,21	12	141,38	6,33	-1,14	24

Tabelle 7. Rechte und linke Oberkieferwerte der Alemannenschädel sind getrennt mit Mittelwert, Streuung und T-Test aufgeführt.

chen Schädeln auf. Die x-Koordinate für den tiefsten Punkt der Einziehung liegt rechts um 3,2 mm näher an der Medianlinie. Die y-Werte dagegen sind gleich und der Winkel der angepaßten Ebene ist zwar rechts um 4 ° größer, aber darauf kann auf Grund der großen Streuungen keine Signifikanz bei Berücksichtigung des T-Tests abgeleitet werden.

Bei den anderen Merkmalen sind die Unterschiede der Mittelwerte auch nicht so signifikant, als daß man sie als trennend bezeichnen könnte.

Wie festgestellt wurde, stammen die Schädel aus den Gräbern 58, 154 und 192 nicht von Alemannen. Die Daten für die ausgewählten Merkmale verteilen sich über die gesamten Werte in der Weise, daß sie von den Alemannen nicht zu unterscheiden sind.

3. Beide Gruppen werden gegenüber gestellt

Noch interessanter verspricht eine Gegenüberstellung der spätrömerzeitlichen Schädel mit den Alemannenschädeln auszufallen.

a T-Test für die einzelnen Merkmale

Zuerst werden für die beiden Gruppen insgesamt, ohne Trennung nach Gesichtshälfte und Geschlecht, die beschriebenen Merkmale mit dem T-Test geprüft. Tabelle 8 spiegelt die neuen Ergebnisse wieder.

M	RÖMER			ALEMANNEN			T	F
	N	$\bar{x}$	S	N	$\bar{x}$	S		
1	53	21.96	2.72	26	21.96	2.63	0.00	51
2	53	51.42	5.13	26	51.06	4.91	0.30	52
3	53	29.84	7.01	26	22.34	8.00	4.08	44
4	51	20.36	4.96	25	19.16	4.90	1.00	48
5	53	-12.42	5.22	26	-14.42	9.67	0.95	32
6	56	33.20	9.72	36	36.17	10.95	-1.32	68
7	56	119.04	10.81	28	139.41	9.48	-8.85	61

Tabelle 8. Die Gruppe der spätrömerzeitlichen Schädel wird der der Alemannenschädel insgesamt an Hand der 7 Merkmale gegenübergestellt.

Dabei sticht sofort ins Auge, daß bei einem T-Test von 8,8 für den Winkel des Processus zygomaticus mit größter Wahrscheinlichkeit behauptet werden kann, daß sich in diesem Fall die spätrömerzeitlichen Schädel von den Alemannenschädel signifikant unterscheiden. Gleich um 20° ist der alemannische Winkel im Mittel größer. Auch für den Abstand des tiefsten Punktes von der Frontalebene muß bei einem T-Wert von 4,1 noch das gleiche gelten. Um 7,5 Einheiten ist diese Stelle bei den Alemannen näher an die Frontalebene herangerückt.

Für die restlichen Merkmale beweist sich kein signifikanter Unterschied mehr.

b Vergleich der männlichen und weiblichen
Schädel

Neben diesem Gesamtvergleich bleibt noch zu ergründen, inwieweit der Geschlechtsunterschied diese Ergebnisse entscheidend beeinflußt.

M	RÖMER MÄNNLICH			ALEMANNEN MÄNNLICH			T	F
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S		
1	17	23.06	3.23	10	21.60	2.72	1.25	22
2	17	52.21	6.12	10	51.75	4.72	0.22	23
3	17	29.31	7.23	10	19.27	6.96	3.56	20
4	15	19.41	5.92	9	18.64	4.51	0.36	21
5	17	-11.55	5.78	10	-18.14	9.94	1.92	13
6	16	35.78	6.65	17	36.95	9.32	-0.42	29
7	18	120.94	11.55	15	139.80	12.14	-4.54	29

Tabelle 9. Die männlichen spätrömerzeitlichen Schädel werden den männlichen Alemannenschädeln gegenübergestellt und ihre Merkmale mit dem T-Test verglichen.

Es sollen zuerst die Werte für die männlichen Schädel der Spätrömerzeit und die der Alemannenzeit errechnet werden

(Tabelle 9) und dann soll das gleiche für die weiblichen geschehen (Tabelle 10).

M	RÖMER WEIBLICH			ALEMANNEN WEIBLICH			T	F
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S		
1	36	21.44	7.31	16	22.19	2.64	-0.97	26
2	36	51.04	4.64	16	50.63	5.12	0.28	26
3	36	30.10	6.90	16	24.26	8.20	2.48	25
4	36	20.76	4.53	16	19.46	5.23	0.86	25
5	36	-12.83	4.97	16	-12.10	9.04	-0.30	19
6	40	32.18	10.60	19	35.47	12.44	-1.00	31
7	38	114.14	10.47	13	138.96	5.47	-9.14	40

Tabelle 10. Die Daten für die weiblichen Schädel der Spät Römerzeit sind getrennt von den weiblichen Alemannenschädeln aufgeführt und der T-Testwert für ihre Merkmale berechnet.

Bei den Männern differieren die Mittelwerte für den Winkel des Processus zygomaticus wiederum um nahezu 19° . Das gibt mit größter Wahrscheinlichkeit zu der Behauptung Anlaß, daß sich das männliche Geschlecht signifikant unterscheidet. Der gleiche Schluß muß aus den Werten für die weiblichen Schädel gezogen werden.

Die Mittelwerte des Abstandes von der Frontalebene für

den tiefsten Punkt der konkaven Außenfläche des Oberkiefers liegen um 10,0 Einheiten auseinander. Dies führt zu einem signifikanten Unterschied, der keinen errechenbaren Fehler beinhaltet, was wiederum durch den T-Test belegt wird. Bei den Frauen ist der Abstand der Mittelwerte 5,9 mm, also bedeutend geringer als bei den Männern. Deshalb kann man erst mit einem möglichen Fehler von 1 % einen signifikanten Unterschied konstatieren.

Bei den anderen Merkmalen reichen die Differenzen alle nicht aus, um sie für eine Trennung der Auswahl an Schädeln verwerten zu können.

c Vergleich von rechter und linker Gesichtshälfte

Ebenfalls könnte noch eine Gegenüberstellung der Gesichtshälften eine weitere Verfeinerung der Ergebnisse bewirken. Hierfür wird jeweils die rechte Facies anterior der Maxilla der spätrömerzeitlichen Schädel der der Alemannenschädel gegenübergestellt (Tabelle 11).

In Tabelle 12 sind für den linken Oberkiefer die Werte in der gleichen Weise errechnet.

M	RÖMER RECHTS			ALEMANNEN RECHTS				F
	N	X	S	N	X	S	T	
1	25	20.96	2.29	15	20.60	2.06	0.52	32
2	25	52.79	4.71	15	51.33	5.66	0.84	25
3	26	31.17	6.51	15	23.21	8.80	3.05	23
4	25	21.12	4.94	15	18.01	4.26	2.11	33
5	26	-12.58	5.43	15	-12.40	6.59	-0.14	25
6	29	35.44	8.79	20	37.98	12.19	-0.80	32
7	29	119.90	11.16	16	137.78	11.21	-5.13	31

Tabelle 11. Gegenüberstellung der Merkmale von der rechten Kieferhälfte bei spätrömerzeitlichen und Alemannenschädeln.

M	RÖMER LINKS			ALEMANNEN LINKS			T	F
	N	$\bar{x}$	S	N	$\bar{x}$	S		
1	27	22,93	2,79	11	23,82	2,18	-1,05	24
2	27	50,09	5,26	11	50,68	3,89	-0,38	25
3	27	28,57	7,35	11	21,15	6,98	2,93	20
4	26	19,63	4,96	10	20,89	5,51	-0,63	15
5	27	-12,17	5,10	11	-17,18	12,60	1,28	11
6	27	30,80	10,24	16	33,91	9,03	-1,04	35
7	27	114,13	10,54	12	141,58	6,33	-8,55	33

Tabelle 12. Die Merkmale der linken Oberkiefer bei spät-römerzeitlichen und Alemannenschädeln sind rechnerisch gegenübergestellt.

Wieder bestätigt sich der höchst signifikante Unterschied zwischen den römerzeitlichen und den Alemannenschädeln am Winkel des Processus zygomaticus. Bei einer Mittelwertsdifferenz von 17,9 Grad errechnet sich der hohe T-Wert von 5,1.

Beim Abstand des tiefsten Punktes von der Frontalebene muß kein Fehler einkalkuliert werden, wenn man behauptet, daß sich die Schädel der beiden Gruppen unterscheiden.

Bei einer Mittelwertsdifferenz von ungefähr 8,0 errechnen sich für den T-Wert 3,05.

Obwohl es sich die Mittelwerte bei der Entfernung des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene nur um 3,1 Einheiten unterscheiden, errechnet sich auf Grund der geringen Streuung ein T-Wert von 2,11, der auch hier noch die Aussage für ein trennendes Merkmal zuläßt. Aber die Wahrscheinlichkeit, dabei einen Irrtum zu begehen, erhöht sich auf 2,5 %.

Die anderen Mittelwerte sind nicht auffällig voneinander abweichend.

Für die linke Gesichtshälfte stellt sich eine Verteilung der Daten in annähernd ähnlicher Form heraus. Höchste Signifikanz des trennenden Merkmals des Winkels am Processus zygomaticus, bei dem sich die Mittelwerte sogar um 23,4 Grad unterscheiden, ist gegeben.

Für den tiefsten Punkt ist der Z-Koordinatenunterschied 7,4, wobei man bei einem T-Wert von 2,93 auch mit nahezu hundertprozentiger Wahrscheinlichkeit dies als trennend bezeichnen kann.

Die T-Werte bei den anderen Meßwerten lassen erkennen, daß keine signifikanten Unterschiede zwischen ihnen bestehen.

II. 1. Korrelation der einzelnen Merkmale untereinander

Nachdem bisher die ausgewählten Merkmale gegeneinander und auch zwischen den beiden Bevölkerungsgruppen verglichen worden sind, soll nun festgestellt werden, ob und inwieweit sich diese Merkmale gegenseitig beeinflussen. Bevor man sich mit dem rechnerischen Problem befassen sollte, ist es nur sinnvoll, zuerst eine optische Kontrolle durchzuführen. Von den beiden Merkmalen, die man auf ihren gegenseitigen Einfluß betrachten will, wird das eine auf der x-Achse, das andere auf der y-Achse aufgetragen. Bei zwei ethnischen Gruppen mit den gleichen gemessenen Merkmalen können diese in ein und demselben Diagramm ausgedrückt werden. Es sind dabei nur 2 verschiedene Kennzeichen zu verwenden. In unserem Fall gelten für die spätrömerzeitlichen Schädel * und für die Alemanenschädel ①.

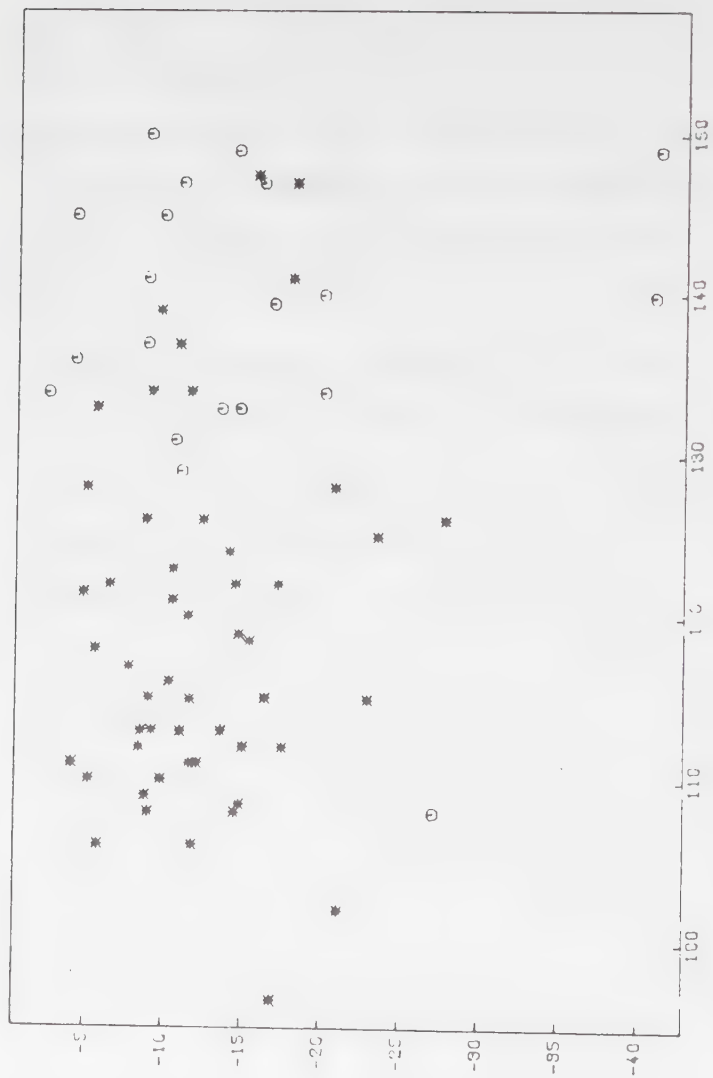
Je nachdem, wie die eingetragenen Werte nun in dem Diagramm verstreut liegen, kann man sich schon eine Vorstellung über den Grad ihrer Korrelation machen. Bildet sich annähernd eine Gerade, so ist der Korrelationsfaktor sehr groß. Weichen die Punkte immer mehr von dem Bild einer Geraden ab, so sinkt die Korrelation. Ergibt sich aber eine Punktwolke, so ist überhaupt keine Korrelation vorhanden.

An Hand von sechs Kombinationsmöglichkeiten lassen sich

die wesentlichen Merkmale in Beziehung setzen. Diese Kombinationen werden in den Abbildungen 21 bis 26 gezeichnet.

- a Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und der Krümmung der Grube (Abb. 21).
- b Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und der Neigung der angepaßten Ebene (Abb. 22).
- c Korrelation zwischen Winkel des Processus zygomaticus und dem Abstand des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene (Abb. 23).
- d Korrelation zwischen Neigung der angepaßten Ebene und dem Abstand des tiefsten Punktes von ihr (Abb. 24).
- e Korrelation zwischen Winkel der angepaßten Ebene zur Krümmung am tiefsten Punkt (Abb. 25).
- f Korrelation zwischen Abstand des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene zur Krümmung an dieser Stelle (Abb. 26).

KRÜMMUNG DER GRUBE

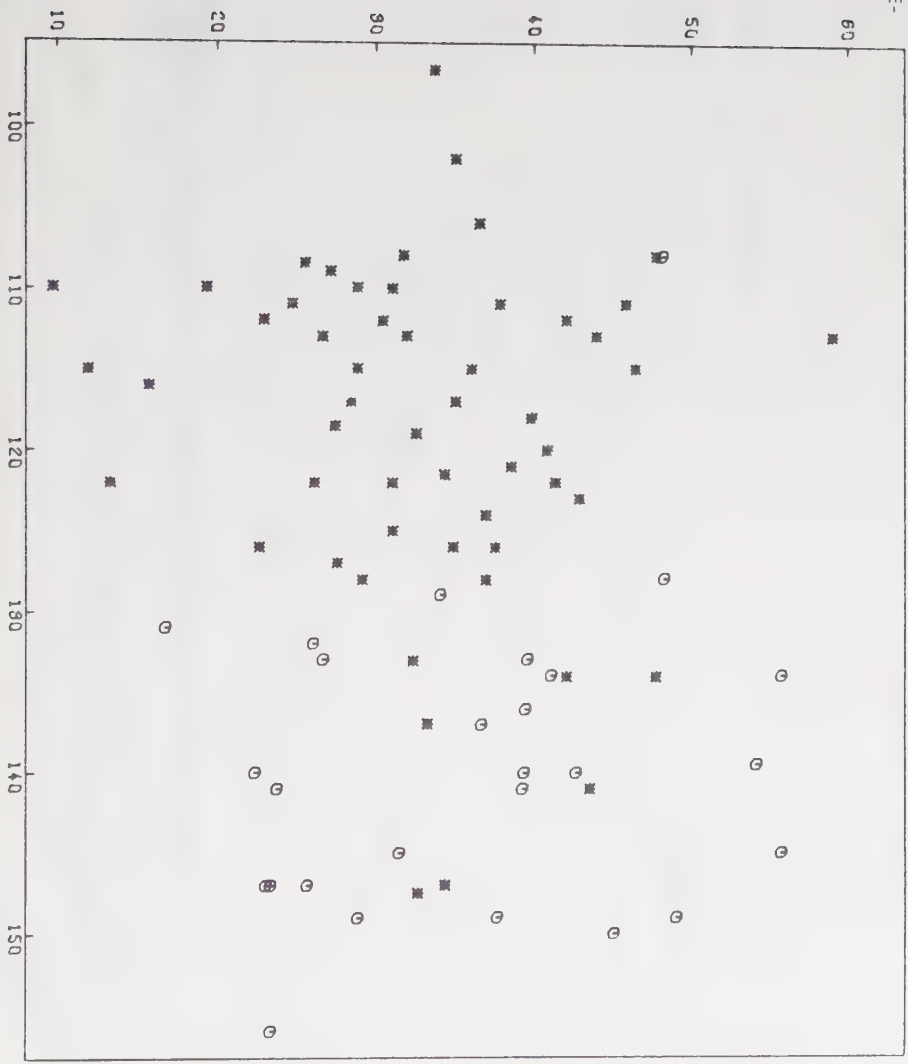


WINKEL DES
ZYGOMATICS

KORRELATION ZWISCHEN WINKEL DES PROCESSUS ZYGOMATICUS UND DER KRÜMMUNG DER GRUBE

ABB 21

WINKEL DER ANGE-
PASSTEN EBENE

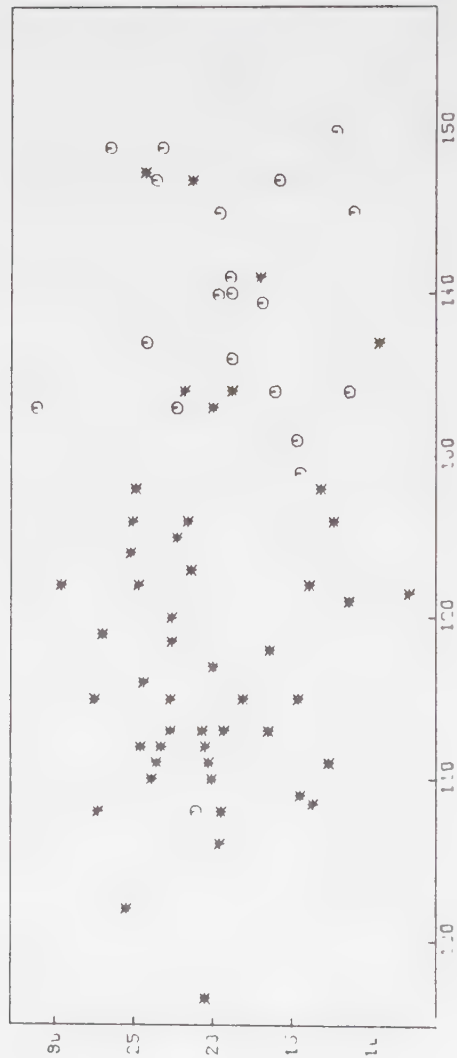


KORRELATION ZWISCHEN
WINKEL DES PROCESSUS
ZYGOMATICUS UND DER
NEIGUNG DER ANGEPASS-
TEN EBENE

ABB. 22

WINKEL DES PROCESSUS
ZYGOMATICUS

ABSTAND ZUR ANGEPASTEN EBENE

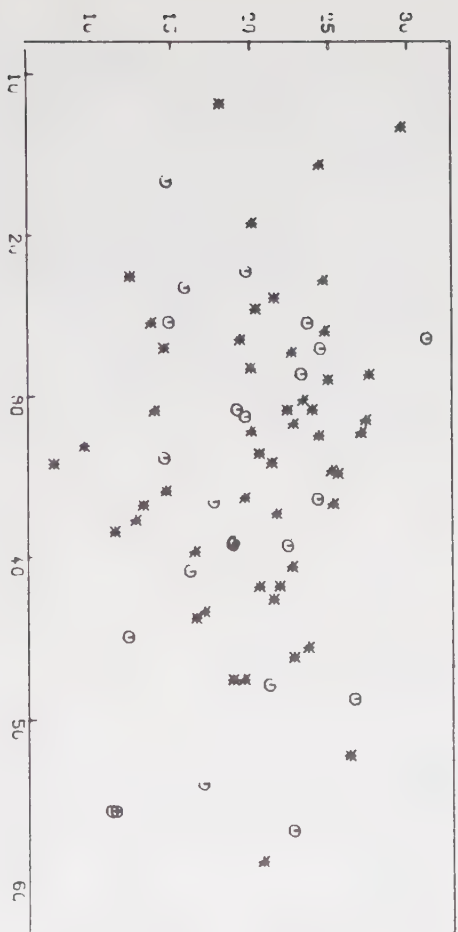


WINKEL DES PROZESSUS
ZYGOMATICUS

KORRELATION ZWISCHEN WINKEL DES PROZESSUS ZYGOMATICUS UND DEM ABSTAND DES TIEFSTEN
PUNKTES VON DER ANGEPASTEN EBENE

ABB. 23

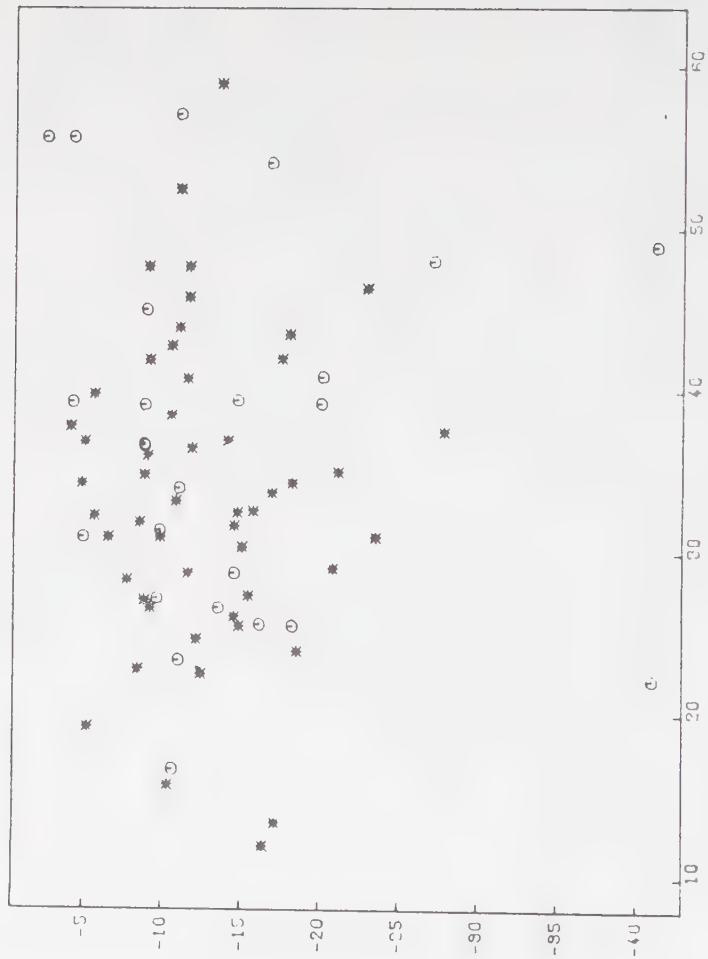
ABSTAND ZUR ANGEPASTEN EBENE



KORRELATION ZWISCHEN NEIGUNG DER ANGEPASTEN EBENE UND DEM ABSTAND DES
TIEFSTEN PUNKTES VON IHR.

WINKEL DER ANGEPASTEN
EBENE

KRÜMMUNG DER GRUBE



KORRELATION ZWISCHEN WINKEL DER ANGEPASTEN EBENE ZUR KRÜMMUNG AM
TIEFSTEN PUNKT.

KRÜMMUNG DER GRUBE

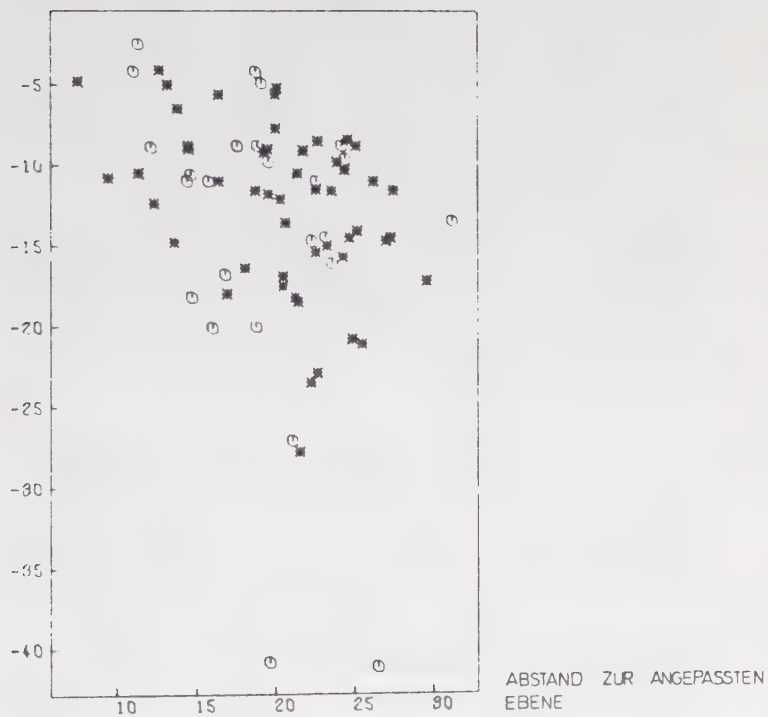


Abbildung 26. Korrelation zwischen Abstand des tiefsten Punktes von der angepaßten Ebene zur Krümmung an dieser Stelle

Auffällig ist, daß sich ausnahmslos in allen Zeichnungen die Markierungen in ungeordneter Form präsentieren. Dies gilt in gleichem Maße für die spätrömerzeitlichen Schädel wie für die Alemannenschädel. Für das Auge ist sichtbar, daß die Merkmale in ihrer Ausprägung nicht mit einem anderen hier aufgeführten in Wechselbeziehung stehen oder korrelieren. Um den optischen Eindruck einer wolkigen Aufsplitterung der Daten nicht als einzigen Beweis wirken zu lassen, werden zur Untermuerung noch rechnerische Hilfsmittel herangezogen.

2. Interkorrelationstabelle der einzelnen Merkmale

Konnten bisher nur zwei Merkmale in Abhängigkeit gebracht und optisch verglichen werden, so soll jetzt versucht werden, alle Merkmale, getrennt nach Bevölkerungsgruppen, gemäß bekannter, angewandter statistischer Formeln mit einer einzigen Maßgröße zu erfassen und in Beziehung zu setzen. Diese mathematisch entwickelte Maßzahl deutet an, wie stark sich zwei Merkmale wechselseitig beeinflussen. Aus leicht verständlichen Gründen dürfen nur solche Schädel verwendet werden, bei denen auch alle diese Merkmale meßbar sind. Je mehr sich die Zahl dem Wert $\pm 1,0$ nähert, desto größer ist die Korrelation. Am Übersichtlichsten wird es, wenn die einzeln gewonnenen Maßzahlen für je zwei unabhängige Merkmale in einer Tabelle, der sogenann-

E. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Für die Charakteristik der Morphologie der vorderen Außenfläche des Oberkiefers (*Facies anterior externa*) werden sieben Merkmale herangezogen:

Die Lagebestimmung des tiefsten Punktes der konkaven Krümmung der Maxilla durch drei Koordinaten;
der Abstand dieses Punktes zu einer Ebene, die der Einziehung so angepaßt ist, daß sie mit ihr das kleinste, noch positive Volumen einschließt;
der Winkel, den diese Ebene mit der Frontalebene bildet;
die Krümmung am tiefsten Punkt und
der Winkel des Processus zygomaticus der Maxilla.

Diese Messungen werden an zwei ethnischen Gruppen vorgenommen, nämlich an spätrömerzeitlichen Schädeln und an Alemannenschädeln. Von den 96 vermessenen Schädelhälften stammen 58 Oberkieferseiten von den spätrömerzeitlichen Schädeln, der Rest von 38 rechnet sich den Alemannen zu. Weitere Detailangaben sind aus der Wertetabelle am Schluß der Arbeit zu entnehmen.

Vor der Gesamtbetrachtung muß noch einmal darauf hingewiesen werden, daß bei fünf spätrömerzeitlichen (einen männlichen, vier weiblichen) und zwölf Alemannenschädeln (acht männliche, vier weiblichen) keinerlei Konkavität der Oberkieferfläche festzustellen ist. Für diese Schädel

konnte somit kein tiefster Punkt und auch keine Krümmung bestimmt werden. Diese Fälle scheiden bei der zahlenmäßigen Betrachtung deshalb aus, weil sie nach den statistischen Regeln die Ergebnisse verändern würden. Beim Überblick dürfen sie aber nicht vergessen werden, denn für die individuelle morphologische Variabilität sind sie von großem Wert. Bei den römischerzeitlichen Schädeln nehmen sie nur einen Platz von 8,6 % ein, während sie bei den Alemannenschädeln 31,5 % ausmachen und somit auch keine Fossa canina haben können.

Der Überblick soll mit den zuletzt gewonnenen Ergebnissen beginnen.

Diese besagen eindeutig, daß unter den einzelnen Merkmalen keine Korrelationen in dieser Arbeit erkennbar erfaßt werden konnten. Die Interkorrelationstabellen belegen diese Aussage zahlenmäßig.

Bei den Koordinaten für den tiefsten Punkt fällt auf, daß die Entfernung von der Mittellinie, die x-Koordinate, im arithmetischen Mittelwert bei den spätrömischerzeitlichen Schädeln sich nicht von der, der Alemannenschädeln unterscheidet, nämlich 21,9 mm.

Für die y-Koordinate, die senkrechte Entfernung vom Nasion nach unten, tritt das gleiche Phänomen auf, ungefähr 51,0 bis 51,4 mm. Es kann also behauptet werden, daß die tiefste Stelle der konkaven Einziehung der Knochenwand

bei diesen Schädeln, die nach den oben erläuterten Achsen ausgerichtet sind, mit vorher genannten Koordinaten zu finden ist.

Dagegen werden die spätrömerzeitlichen von den Alemannenschädeln durch den Abstand des tiefsten Punktes zur Frontalebene mit stärkster Deutlichkeit getrennt. Der Mittelwert beträgt für erstgenannte Gruppe 14,9 mm, für die zweite 11,1 mm. Das dürfte aber nicht der Ausdruck einer tiefer eingezogenen äußeren Knochenwand des Oberkiefers sein, denn beim Anpassen einer Ebene wird diese Differenz wieder ausgeglichen. Hier gilt die Vorstellung, daß die Facies anterior der Maxilla bei den Alemannen weiter nach vorne orientiert ist und somit das Gesicht flächenhafter wirkt.

Die Krümmungen an der tiefsten Stelle der Facies anterior sind im Mittelwert bei den Römern etwas stärker. Da aber die Werte sehr divergierend sind, der Streuungsfaktor zeigt das an, ergibt sich im Endergebnis kein rechnerischer Unterschied. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß bei den Alemannenschädeln bereits vorher 31,5 % ausgeklammert wurden, bei denen überhaupt keine Krümmungen feststellbar waren. Im Gegensatz dazu handelte es sich bei dem spätrömerzeitlichen Schädelmaterial nur um 8,5 %.

Äußerst auffallend und dominierend ist bei allen möglichen Vergleichen der Unterschied des Winkels, den der Processus zygomaticus, von der Norma frontalis aus betrachtet, bildet. Die spätrömerzeitlichen Schädel weisen eine starke Abwinkelung von 119° auf, während der Winkel bei den Alemannen auf $139,4^{\circ}$ abflacht. Diese sowohl gleich ins Auge fallende Divergenz mag auch als zusätzliches Trennungsmerkmal für diese beiden Bevölkerungsgruppen dienen.

Eine geschlechtsbedingte Beeinflussung drückt sich nur bei den spätrömerzeitlichen Schädeln aus. Der tiefste Punkt der männlichen Oberkieferfläche liegt im Schnitt um 1,6 mm weiter seitlich als bei der weiblichen. Laut Statistik kann man dies noch, allerdings mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %, als trennendes Merkmal bezeichnen. Daraus ergibt sich ein zusätzliches Merkmal für den Geschlechtsdimorphismus.

Auch bei den weiteren Aufschlüsselungen nach Geschlecht und Gesichtshälfte bleiben die oben erwähnten Ergebnisse bestätigt und erbringen keine abweichenden Resultatsverschiebungen mit neuer Aussagekraft.

- GRAY H. Gray's Anatomy
Longman, London 1902
- HENLE J. Grundriß der Anatomie des Menschen
4. Auflage
Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1901
- HYRTL J. Lehrbuch der Anatomie des Menschen
4. Auflage
Wilhelm Braumüller, Wien 1855
- KRAUSE W. Spezielle und makroskopische Anatomie
Hahn, Hannover 1879
- MARTIN R. Lehrbuch der Anthropologie Band 2
2. Auflage
Gustav Fischer, Jena 1928
- MOLLISON TH. Spezielle Methoden der anthropologischen Messung;
Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden Abt. VII
Teil 2
Urban & Schwarzenberg, Berlin, Wien, München 1938
- PATTE E. Les Neanderthaliens
Masson, Paris 1955

- PATURET G. Traité D'Anatomie Humaine Tome 1
Masson, Paris 1951
- FRANZAGL J. Allgemeine Methodenlehre der
Statistik Band 2
Walter de Gruyter & Co, Berlin
1968
- RAUBER A. - KOPSCH F. Lehrbuch und Atlas der Anatomie
des Menschen Band 1, 20. Auflage
Thieme, Stuttgart, 1968
- RIDEAU Y. Anatomie de la fosse canine
Doktorat de 3-ieme cycle, Paris
1968
- SALLER K. Leitfaden der Anthropologie,
2. Auflage
Gustav Fischer, Stuttgart, 1964
- SIEGLBAUER F. Lehrbuch der normalen Anatomie
des Menschen
Urban & Schwarzenberg, München
Berlin 1958
- SOBOTA J. - BECHER H. Atlas der deskriptiven Anatomie
des Menschen
Urban & Schwarzenberg, München-
Berlin 1957

- SPALTEHOLZ W. - Handatlas der Anatomie des Menschen
SPANNER R. Scheltema u. Holtema, Amsterdam
1960
- STARCK D. Repetitorium anatomicum
Thieme, Stuttgart 1967
- VOSS H. - Taschenbuch der Anatomie, Band 1
HERLINGER R. Gustav Fischer, Stuttgart, 1958
- ZIEGELMAYER G. Die menschlichen Skelette aus den
LIEBRICH K. Grabungen 1953-57 auf dem Lorenz-
SCHWARZFISCHER F. berg bei Epfach
in Studien zu Abodiacum - Epfach.
Hrg. J. Werner; C.H. Beck'sche Ver-
lagsbuchhandlung, München. 1964
- ZIEGELMAYER G. Differences de la Morphologie du
crane entre Populations Historiques
de l'Europe
Proceedings VIII t. International
Congress of Anthropological and
Ethnological Sciences, Band 1
Science Council of Japan
Ueno Park, Tokyo, Japan. 1968

Für die Überlassung des Themas und für die freundliche
Beratung gilt mein besonderer Dank Herrn Professor
Dr. Dr. G. Z i e g e l m a y e r .

Herrn D. T ä u b e vom Leibniz-Rechenzentrum danke ich
für seine Hilfestellung bei der Computerbenutzung und
Mithilfe bei der Auswertung.

Lebenslauf

Familienname	Scheuchenzuber
Vorname	<u>Georg</u> Reinhard
Geburtsdatum	29.11.1945
Geburtsort	Hutthurm
Familienstand	ledig
Name des Vaters	Hans Scheuchenzuber
Name der Mutter	Emilie Scheuchenzuber, geb. Mayr
Volksschule	Volksschule Grafenau vom Sept. 1951 bis Juli 1956
Höhere Schule	Oberrealschule Zwiesel vom Sept. 1956 bis Juli 1965 Abschluß: Abitur 1965
Hochschule	Universität München Studium der Zahnheilkunde Beginn Nov. 1965 Staatsexamen 18.Dez. 1970
Beruf	Assistenz Zahnarzt in freier Praxis

